

**VŠB – Technická univerzita Ostrava**

**Fakulta stavební**

**Katedra dopravního stavitelství**

**Přestavba křižovatek ul. Orlovská, Vodní a U Pošty v Havířově**

**Redevelopment of Intersections of Orlovska, Vodni and U Posty St. in  
Havírov**

**Student:**

**Bc. Jan Nálepa**

**Vedoucí diplomové práce:**

**Ing. Václav Škvain**

**Ostrava 2019**

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Jan Nálepa**

Studijní program: N3607 Stavební inženýrství

Studijní obor: 3607T036 Dopravní stavby

Specializace: 02 Dopravní inženýrství

Téma: **Přestavba křižovatek ul. Orlovská, Vodní a U Pošty v Havířově**  
**Redevelopment of Intersections of Orlovská, Vodní and U Posty St. in Havířov**

Jazyk vypracování: čeština

### Zásady pro vypracování:

Předmětem práce je návrh přestavby stávajících navazujících křižovatek ul. Orlovské, Vodní a U Pošty v Havířově. V rámci řešení bude prověřena možnost zapojení přilehlých rozvojových ploch dle platného ÚP Havířov, a to ploch přestaveb DS-P4 a DS-P5 a zastavitelné plochy DS-Z33, do jedné z uvedených křižovatek, případně obou. Rozsah dotčeného území bude přiměřeně zahrnovat okolí řešené křižovatky. Navržené řešení bude v případě potřeby zpracováno variantně. Dále budou provedeny základní dopravně inženýrské výpočty a orientační odhad nákladů. Výsledný návrh bude zpracován v podrobnostech odpovídající studii.

### Seznam doporučené odborné literatury:

1. ČSN 73 6102 Projektování křižovatek na silničních komunikacích
2. ČSN 73 6110 Projektování místních komunikací
3. ČSN 73 6101 Projektování silnic a dálnic
4. ČSN 73 6133 Navrhování a provádění zemního tělesa pozemních komunikací
5. TP 170 Navrhování vozovek pozemních komunikací
6. TP 135 Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích
7. TP 179 Navrhování komunikací pro cyklisty
8. TP 189 Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích (II. vydání)
9. TP 225 Prognóza intenzit automobilové dopravy (2. vydání)
10. TP 234 Posuzování kapacity okružních křižovatek
11. Směrnice pro projektovou dokumentaci staveb pozemních komunikací (MD, 2009)
12. Metody prognózy intenzit generované dopravy (Edip, s.r.o., 2013)
13. Inovace studijního programu stavební inženýrství, Dopravní stavby -  
<http://www.stavebniinzenyrstvi.cz/studijni-obory/studium-bakalarske/dopravni-stavby/>

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Václav Škvain**

Datum zadání:

Datum odevzdání:

---

doc. Ing. Miloslav Řezáč, Ph.D.  
*vedoucí katedry*

---

prof. Ing. Radim Čajka, CSc.  
*děkan fakulty*

#### Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne 6.5.2019

.....  
podpis studenta

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на ве́домі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́домі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 6.5.2019

.....  
podpis studenta

## **Vzor bibliografické citace**

NÁLEPA, Jan. *Přestavba křižovatek ul. Orlovská, Vodní a U Pošty v Havířově*, Ostrava, 2018. Diplomová práce. VŠB-Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební, Katedra dopravního stavitelství.

## **Anotace**

Cílem diplomové práce je provést návrh přestavby stávajících navazujících křižovatek, vypracované řešení umožňuje zapojení přilehlých rozvojových ploch dle územního plánu do jedné, případně do obou z křižovatek. Křižovatky se nachází v Havířově a spadají pod územní plán města Havířov. Dotčené území přestavby je podmíněno blízkým okolím. Navržené řešení je zpracováno variantně, u všech variant jsou provedeny základní inženýrské výpočty a orientační odhad nákladů. Varianty jsou vzájemně posouzeny a výsledný návrh je zpracován ve formě odpovídající studii.

## **Klíčová slova:**

Přestavba navazujících křižovatek, napojení rozvojových ploch, metody prognózy intenzit generované dopravy, intenzity dopravy, kapacity, styková křižovatka, průsečná křižovatka, okružní křižovatka

## **Anotation**

The goal of the diploma thesis is to make a proposal for the reconstruction of the existing adjoining intersections. The elaborated solution enables the adjacent development areas to be integrated according to the territorial plan into one or both intersections. Crossroads are located in Havířov and fall under the town plan of Havířov. The extent of the affected area of redevelopment is conditioned by close surroundings. The proposed solution is prepared in a variant, with all the basic engineering calculations and cost estimation. The variants are peer reviewed and the resulting design is processed in the form of a corresponding study. Crossroads are located in Havířov and fall under the town plan of Havířov.

## **Key words:**

Reconstruction of adjoining intersections, connection of development areas, methods of forecasting the intensity of generated traffic.intensity of transport, capacity, contact intersection, intersectional intersection, circular intersection

## Obsah

Seznam zkratek a značení .....	4
Seznam veličin a jednotek.....	4
1. Úvod .....	10
2. Poloha řešeného území.....	11
3. Popis území .....	12
3.1 Širší dopravní vztahy.....	12
3.1.1 Silnice II/475 .....	12
3.1.2 Silnice III/47210.....	13
3.2 Popis křižovatek .....	13
3.2.1 Křižovatka ulic Orlovská, Vodní .....	13
3.2.2 Křižovatka ulic Vodní, U Pošty .....	14
3.3 Rozvojové plochy.....	14
3.3.1 Rozvojová plocha DS-Z33 .....	14
3.3.1 Rozvojové plochy DS-P4 a DS-P5.....	16
4. Dopravní průzkum.....	17
5. Posouzení stávajícího stavu.....	18
5.1 Křižovatka Orlovská – Vodní .....	18
5.2 Křižovatka Vodní – U Pošty .....	31
5.3 Dopravní nehodovost .....	38
6. Prognóza intenzit generované dopravy .....	40
6.1 Plochy DS-P4 a DS-P5.....	41
6.2 Plocha DS – Z33 .....	45
7. Výhledový stav intenzit na rok 2040.....	48
8. Návrh přestavby .....	50
8.1 Varianta A .....	50
8.1.1 Kapacitní posouzení navržených stavů .....	51
8.2 Varianta B .....	59

8.2.1 Posouzení navrženého stavu – okružní křižovatka .....	59
9. Závěr.....	64
Seznam zdrojů použité literatury.....	67
Seznam příloh.....	68



## Seznam použitých zkratk a značení

P 2	Svislé dopravní značení – Hlavní pozemní komunikace
P 4	Svislé dopravní značení – Dej přednost v jízdě
P6	Svislé dopravní značení – Stůj, dej přednost v jízdě
V 12e	Vodorovné dopravní značení – Bílá klikatá čára
V 13a	Vodorovné dopravní značení – Šikmé rovnoběžné čáry
V 1a	Vodorovné dopravní značení – Podélná čára souvislá
V 2b	Vodorovné dopravní značení – Podélná čára přerušovaná
V 4	Vodorovné dopravní značení – Vodící čára
V 5	Vodorovné dopravní značení – Příčná čára souvislá
V 7	Vodorovné dopravní značení – Přejech pro chodce
Z 5a, Z 5b	Přechodné dopravní značení – Vodící desky

## Seznam použitých veličin

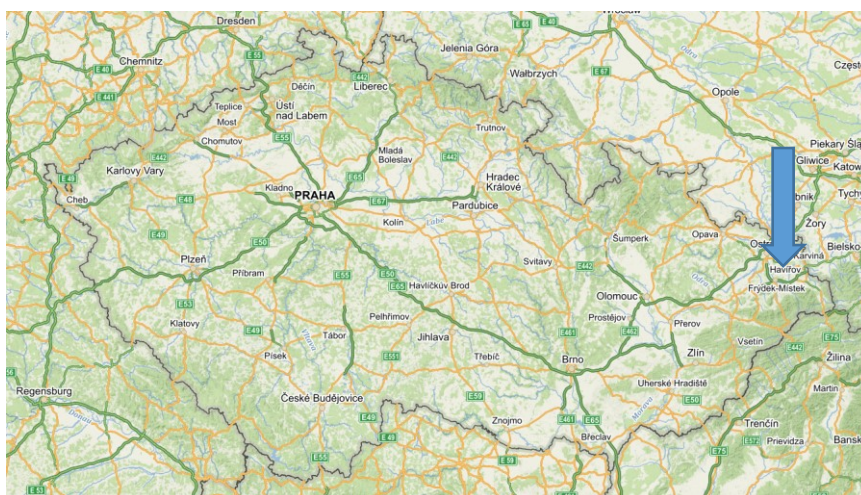
$a_{vn}$	stupeň vytížení
$C_i$	kapacita vjezdu
$C_n$	je kapacita pruhu dopravního proudu n
$G_n$	základní kapacita jízdního pruhu n-tého proudu [pvoz/h],
$I_{0i}$	výchozí intenzita dopravy pro danou skupinu vozidel
$I_H$	rozhodující intenzita nadřazených proudů [voz/h],
$I_k$	intenzita dopravy na okruhu [pvoz/h],
$I_{vi}$	výhledová intenzita dopravy
$k_{0i}$	koeficient vývoje intenzit dopravy pro výchozí rok
$k_{pi}$	koeficient prognózy intenzit dopravy
$k_{vi}$	koeficient vývoje intenzit dopravy pro výhledový rok
$n_{i,koef}$	koeficient zohledňující počet pruhů
$n_{i,koef}$	koeficient zohledňující počet pruhů na okruhu
$n_k$	počet jízdních pruhů na okruhu
$t_f$	následný časový odstup
$t_g$	kritický časový odstup
$\Delta$	minimální časový odstup mezi vozidly na okruhu za sebou

## 1. Úvod

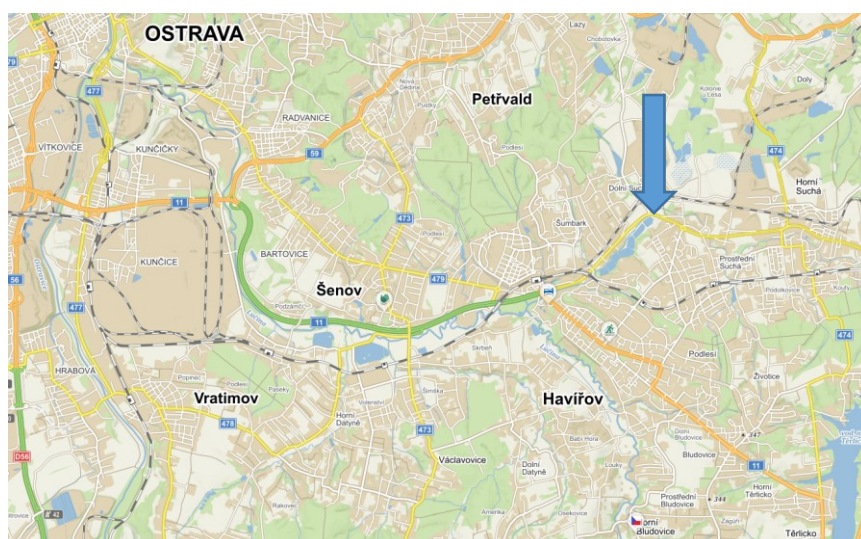
Tématem diplomové práce je návrh přestavby stávajících křižovatek ulic Orlovská, Vodní a U Pošty, které se nacházejí ve městě Havířov – městská část Dolní Suchá. Důvodem je zapojení přilehlých rozvojových ploch dle platného územního plánu města Havířov. V práci je věnována pozornost také současnému stavu křižovatek, zejména pak jejich kapacitnímu posouzení na základě dopravních průzkumů. Zatížení návrhového stavu vychází ze současných intenzit a z prognózy intenzit generované dopravy dotčených rozvojových ploch. Návrh přestavby bude zohledňovat prognózu intenzit pro výhledový rok 2040. Rovněž kapacitní posudek pak prověřuje úroveň kvality dopravy křižovatek ve výhledovém roce. V případě potřeby bude navrženo více variant řešení. Výsledná varianta bude zpracována v rozsahu odpovídající studii a bude proveden orientační odhad nákladů.

## 2. Poloha řešeného území

Řešená oblast se nachází v České republice v Moravskoslezském kraji ve městě Havířov. Toto město s hornickou historií patří do ostravské aglomerace a leží přibližně 11 km jihovýchodně od Ostravy. Rozkládá se na ploše 32,07 km<sup>2</sup> a žije zde zhruba 72 tisíc obyvatel. Leží na historické silniční trase spojující Opavu, Ostravu a Český Těšín. Jedná se o největší české město, které není a nikdy nebylo městem okresním či krajským. Také je jedno ze čtyř českých měst, která jsou větší než jejich okresní města – v tomto případě Karviná. Poloha oblasti, tedy dvou na sebe navazujících křižovek a jejich přilehlého okolí, leží na severu Havířova v katastrálním území městské části Dolní Suchá (Obrázek 1 a 2), která má rozlohu 4,37 km<sup>2</sup>, a k r. 2001 zde bylo evidováno 635 obyvatel.



Obrázek 1 – Poloha křižovatek v širších vztazích [10]

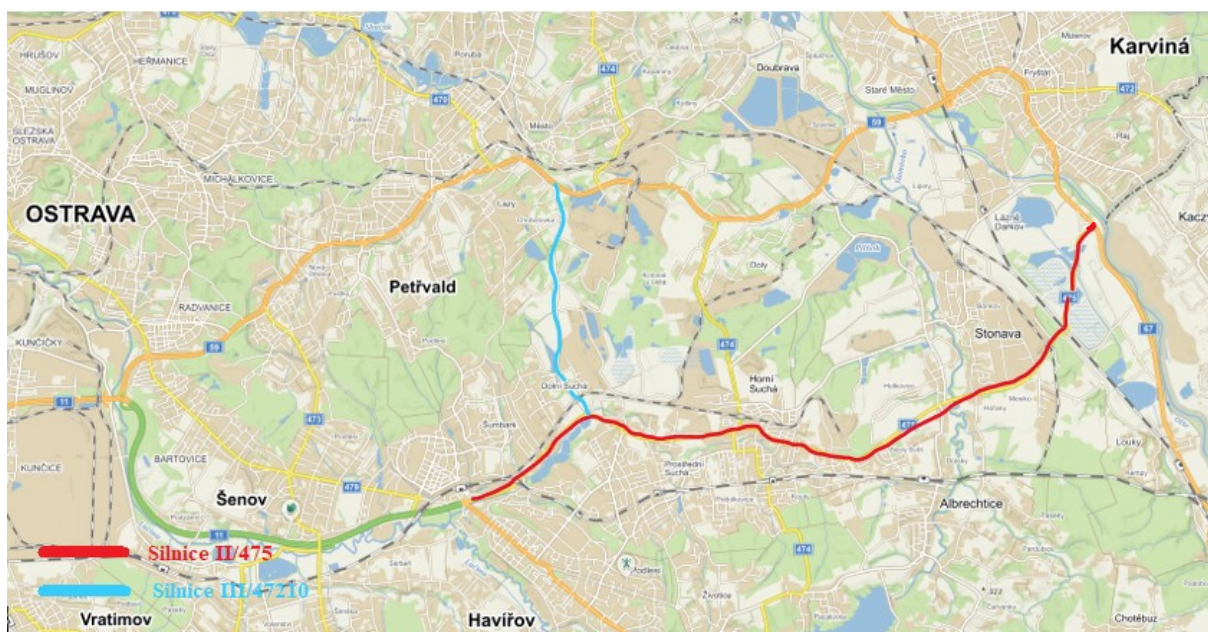


Obrázek 2 – Poloha křižovatek – bližší pohled [10]

### 3. Popis území

#### 3.1 Širší dopravní vztahy

Řešeným územím prochází silnice, které jsou součástí nejvýznamnější dopravní sítě tohoto města. Tyto komunikace mají sběrnou funkci, zajišťují spojení s dálnicí a silnicemi vedoucími do okolních měst a jsou vystaveny téměř neustálému provozu.



Obrázek 3 – širší dopravní vztahy [10]

##### 3.1.1 Silnice II/475

Jedná se o silnici II. třídy, která vychází z šenovské části silnice I/11 a v Karviné se napojuje na silnici I/67, s kterou dále peážuje. Silnice je směrově nerozdělená a má čtyři jízdní pruhy – dva pro každý směr. Maximální povolená rychlost je v různých úsecích od 50 do 80 km/h. Zajišťuje spojení měst Havířov a Karviná s Hraničním přechodem s Polskem v Dolních Marklovicích, kde taky končí. Její celková délka činí 19,2 km.



### 3.1.2 Silnice III/47210

Tato silnice III. třídy vede od řešené západní křižovatky na sever směrem do Orlové, kde ústí do silnice I/59. Je směrově nerozdělená a téměř po celé délce má čtyři jízdní pruhy. Maximální povolená rychlost se zde pohybuje mezi 50 a 90 km/h. Tato komunikace je lemována bývalým dolem Dukla a dolem Lazy. V tomto místě (od jihu na sever) se mění její název Orlovská na Lazecká. Hornická činnost se dodnes podepisuje na kvalitě vozovky a řidiči jsou při jízdě po této silnici na důlní vlivy upozorňováni výstražnými svislými dopravními značkami.

## 3.2 Popis křižovatek

### 3.2.1 Křižovatka ulic Orlovská, Vodní

(Dále jen „západní křižovatka“) Vzniká stykem silnice II/475, která v místě křižovatky mění svůj název Orlovská na Vodní (z jihozápadu na východ), a silnice III/47210, která dále na sever přejímá název Orlovská. Klasifikována je jako křižovatka styková s úhlem napojení 90°. Silnice II/475 je hlavní komunikací a v místě křižovatky je v mírném směrovém oblouku. Ze severu do ní ústí silnice III/47210 jakožto vedlejší komunikace. Obě silnice jsou obousměrné, čtyřpruhové a směrově nerozdělené. Křižovatka je opatřena dělicími ostrůvky pro usměrnění dopravy do jednotlivých pruhů. Silnice I/475 je navíc v křižovatce rozšířena o odbočovací pruh pro levé odbočení z hlavní na vedlejší komunikaci. Součástí křižovatky je most přes říčku Sušanku.



Obrázek 4 – Ortofoto mapa – křižovatka Orlovská – Vodní [12]

### 3.2.2 Křižovatka ulic Vodní, U Pošty

(Dále jen „východní křižovatka“) Leží přibližně 175 m od západní křižovatky, sestává ze silnice II/475 (zde pod názvem Vodní) a místní komunikace obslužné s názvem U Pošty. Rovněž se jedná o křižovatku stykovou, kde je opět hlavní komunikací silnice II/475. Ulice U Pošty do silnice ústí ze severu a je komunikací vedlejší. V úseku mezi řešenými křižovatkami je silnice čtyřpruhová směrově nerozdělená. V úseku před touto křižovatkou směrem z východu má silnice tři jízdní pruhy. Ke zvýšení počtu pruhů dochází právě napojením ulice U Pošty.



Obrázek 5 – Ortofoto mapa – křižovatka Vodní – U Pošty [12]

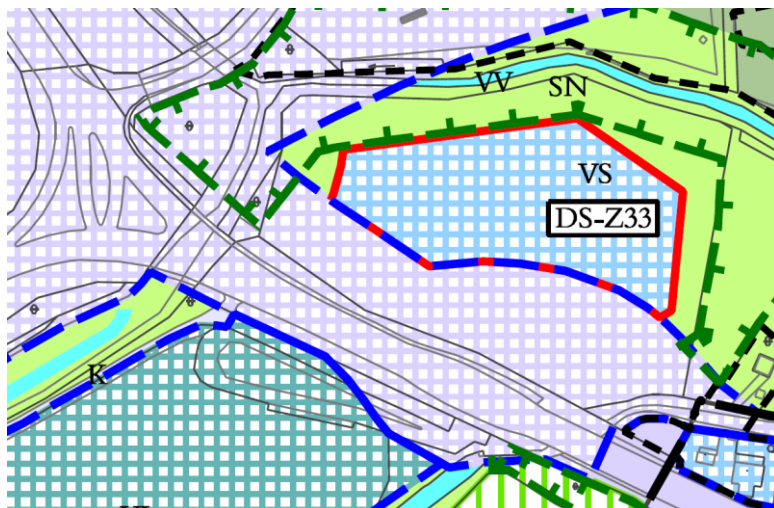
## 3.3 Rozvojové plochy

Důležitou součástí řešeného území jsou přilehlé rozvojové plochy, které mají v budoucnu generovat dopravu a tím ovlivnit dopravní situaci na exponovaných křižovatkách. Údaje o těchto plochách vycházejí z platného územního plánu města Havířov a z katastru nemovitostí.

### 3.3.1 Rozvojová plocha DS-Z33

Tato rozvojová plocha se rozkládá na parcele č. 576, která leží severo-severovýchodně od ulice Vodní, a to mezi řešenými křižovatkami. Celková rozloha parcely činí 2,34 ha. Řešená rozvojová plocha má rozlohu přibližně 0,9 ha. Její plánované využití je „smíšené výrobní“. Zbylá část parcely je tvořena částmi ploch DS1 s plánovaným využitím „dopravní

infrastruktury silniční“ a L30 LBK, kde je současné stabilizované využití „smíšené nezastavěného území“. Parcela zahrnující tuto rozvojovou plochu se dále vyznačuje druhem „orná půda“ a vlastnické právo patří společnosti Asental Land, s.r.o. Plocha není oplocena ani jinak ohraničena, v současné době je nevyužita a je na ní prováděna jen nejnutnější údržba volné zeleně. Přístup zemědělských či jiných vozidel je řešen pouze srovnaným u napojení ulice U Pošty na ulici Vodní.



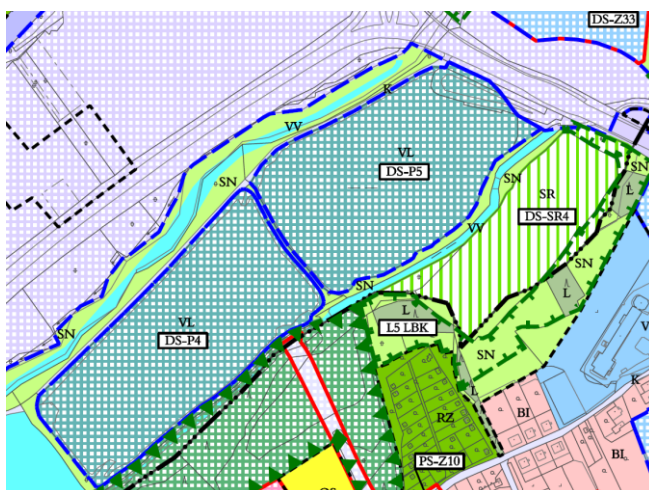
Obrázek 6 – Rozvojová plocha DS-Z33 [11]



Obrázek 7 – Provizorní napojení [9]

### 3.3.1 Rozvojové plochy DS-P4 a DS-P5

Další dvě řešené rozvojové plochy leží jiho-jihozápadně od ulice Vodní, rovněž mezi exponovanými křižovatkami. Vzhledem k jejich těsné blízkosti a shodnému charakteru jsou dále zkoumány jako jedna rozvojová plocha. Celková rozloha činí 7,74 ha. Jejich plánované využití je „výroby a skladování – lehkého průmyslu“. Dle katastru se rozkládají na území parcel 2691/2, 2691/3, 2691/5, 2691/7, 2691/38 a 2691/39, jejichž společným vlastníkem je rovněž Asental Land, s.r.o. Druh parcel je veden jako vodní plocha, jelikož se zde nachází již z velké části vyschlé nebo vypuštěné Sušanské rybníky. Rovněž říčka Sušanka, která tudy dle mapy protéká, byla v době dopravního průzkumu zcela vyschlá. Napojení na přilehlé komunikace je rovněž provizorní, a to pouze sjízdnou úpravou terénu v blízkosti křižovatky Vodní – U Pošty.



Obrázek 8 – Rozvojové plochy DS-P4 a DS-P5 [9]



Obrázek 9 – Provizorní napojení z ulice Vodní [Bc. Jan Nálepa]



## 4. Dopravní průzkum

Za účelem posouzení současné i budoucí dopravní situace na obou křižovatkách bylo nutné provést dopravní průzkum na řešených křižovatkách. (TP 189 – Stanovení intenzit dopravy na pozemních komunikacích (II. vydání))

Cílem bylo zjistit intenzity dopravních prostředků na obou křižovatkách, rozdělit je podle jednotlivých směrů a také zjistit složení jednotlivých dopravních proudů. Získané údaje sloužily k provedení základních dopravně inženýrských výpočtů, jako jsou kapacity křižovatek, rezervy, úroveň kvality dopravy aj.

Videozáznam vznikl 30. června 2018. Byla to středa, tedy takzvaný běžný pracovní den, obloha byla polojasná a teplota se pohybovala okolo 22 °C. Průzkum probíhal ve dvou časových intervalech, a sice ráno – od 6:00 do 8:00 a odpoledne – od 14:00 do 16:00. Vzniklá videa z průzkumu pak byla analyzována pro získání potřebných hodnot.

Obě dvě křižovatky jsou stykové, což běžně znamená šest možných směrů jízdy, neboli dopravních proudů. To však platí pouze u západní křižovatky Orlovská – Vodní. V prostoru křižovatky Vodní – U Pošty je na hlavní komunikaci dvojitá plná čára, která řidičům zakazuje obě dvě možná levá odbočení (směry č. 1 a 10). U východní křižovatky jsou tedy pouze čtyři dopravní proudy.

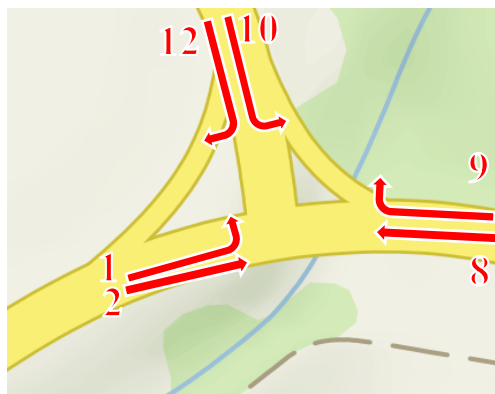


Obrázek 10 – Foto z dopravního průzkumu [Bc. Jan Nálepa]

## 5. Posouzení stávajícího stavu

Jednou z hlavních součástí práce je návrh vhodného napojení výše uvedených rozvojových ploch do přilehlých komunikací či řešených stávajících křižovatek. Bylo tedy nezbytné kapacitně posoudit současný stav křižovatek a zhodnotit tak jejich úroveň kvality dopravy. Ačkoliv dvě ze tří řešených ulic spadají dle svého charakteru a značení do kategorie silnic, vzhledem k jejich poloze v zastavěném území obce jsou dále posuzovány jako místní komunikace [8].

### 5.1 Křižovatka Orlovská – Vodní



Obrázek 11 – Schématické označení dopravních proudů [10]

Podle TP 188 – Posuzování kapacity neřízených úrovnových křižovatek [8] byly dopravní proudy rozděleny podle stupně nadřazenosti (Tabulka 1).

Tabulka 1 – Stupeň podřazenosti dopravních proudů

Stupeň	Číslo dopravního proudu
I. Stupeň	2, 8, 9
II. Stupeň	1, 12
III. Stupeň	10
IV. Stupeň	-

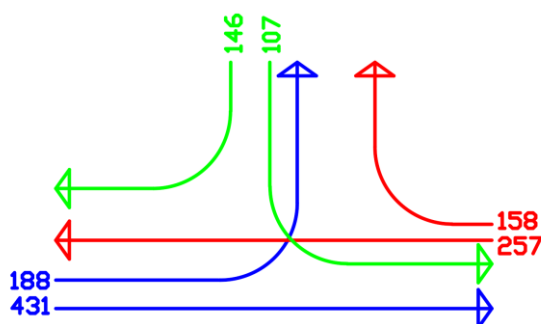
## Intenzity dopravy

Po přezkoumání videí k dopravnímu průzkumu vyšlo najevo, že jsou křižovatky více vytíženy odpoledne. Ze součtu intenzit v časových intervalech po 15 minutách byla stanovena špičková hodina od 14:15 do 15:15 h (tabulka 2), a to na obou řešených křižovatkách. Skladbě dopravních proudů dominují osobní automobily. Ostatní kategorie jsou řádově nižší. Počet chodců využívajících vozovku v oblasti křižovatek je pak zanedbatelný a na kapacitní výpočty nemá vliv.

Pro stanovení špičkové hodiny nebylo složení dopravních proudů zohledněno a intenzity jsou uvedeny v tzv. skutečných vozidlech.

Tabulka 2 – Stanovení špičkové hodiny z intenzit dopravy [voz/h]

Číslo dopravního proudu	14:00 - 14:15	14:15 - 14:30	14:30 - 14:45	14:45 - 15:00	15:00 - 15:15	15:15 - 15:30	15:30 - 15:45	15:45 - 16:00	14:15 - 14:32	Součet I <sub>i</sub> pro špičkovou hodinu
1	19	37	62	34	55	32	45	48	31	188
2	57	93	106	99	133	83	64	75	33	431
8	36	71	64	75	47	37	51	36	41	257
9	40	35	40	24	59	40	48	79	85	158
10	41	16	8	17	66	36	18	73	51	107
12	24	28	43	30	45	28	31	44	60	146
Celkem	217	280	323	279	405	256	257	355	301	
1099										
					1287					
					1263					
					1197					
					1273					
					1169					

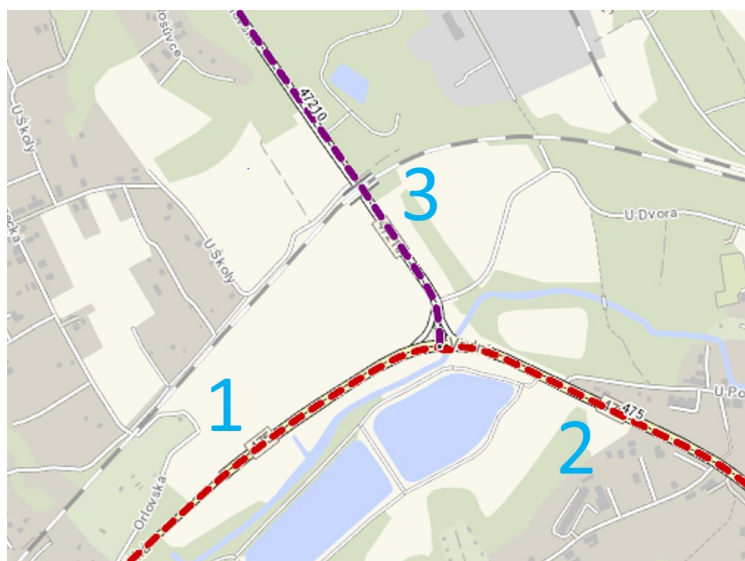


Obrázek 12 – kartogram intenzit špičkové hodiny

## Srovnání získaných hodnot s celostátním sčítáním

### ŘSD ČR – Celostátní sčítání dopravy 2016

Úsek	Druh dopravního prostředku			
	OA	NA+B	NS+KB	Celkem [voz/h]
<b>1</b>	<b>1376</b>	<b>80</b>	<b>292</b>	<b>1748</b>
<b>2</b>	<b>1688</b>	<b>84</b>	<b>51</b>	<b>1823</b>
<b>3</b>	<b>878</b>	<b>43</b>	<b>22</b>	<b>943</b>



Údaje získané z celostátního sčítání ŘSD jsou pro tyto účely pouze orientační. Tato čísla slouží jen k přibližné představě o dopravní situaci na poměrně dlouhém úseku. Některé hodnoty z vlastního dopravního průzkumu křižovatek liší v některých případech téměř o třetinu.

## Rozhodující intenzity nadřazených proudů – $I_h$

Pro rozhodující intenzity nadřazených proudů (tabulka 3) se rovněž nezohledňuje skladba nadřazených dopravních proudů. Opět tedy byly použity počty tzv. skutečných vozidel. Použití tzv. přepočtených vozidel by vedlo k nepřesným výsledkům (TP 188).

Tabulka 3 – Rozhodující intenzity nadřazených proudů

Podřazený proud	Číslo	Součet intenzit nadřazených proudů [voz/h]	
Levé odbočení z hlavní	1	$I_8 + I_9$	461
Pravé odbočení z vedlejší	12	$0,5 \cdot I_8 + 0,5 \cdot I_9$	208
Levé odbočení z vedlejší	10	$I_8 + 0,5 \cdot I_9 + I_2 + I_1$	955

## Kritické časové odstupy – $t_g$

Tato hodnota je funkcí, která závisí na rychlosti jízdy po hlavní komunikaci, kterou nepřekročí 85 % jinak neomezených řidičů ( $v_{85\%}$ ). Z důvodu neznalosti této rychlosti byla použita maximální povolená rychlost na hlavní komunikaci. Dále hodnota závisí na druhu dopravního proudu. Výpočet vychází z příslušné tabulky v TP 188 [1].

$$t_{g1} = 3,4 + 0,021 \cdot v_{85\%} = 3,4 + 0,021 \cdot 50 = 4,5 \text{ s}$$

$$t_{g12} = 2,8 + 0,038 \cdot v_{85\%} = 2,8 + 0,038 \cdot 50 = 4,7 \text{ s}$$

$$t_{g10} = 5,2 + 0,038 \cdot v_{85\%} = 5,2 + 0,038 \cdot 50 = 6,3 \text{ s},$$

kde

$t_g$  je kritický časový odstup [s],

$v_{85\%}$  rychlost na hlavní komunikaci [km/h].

Tabulka 4 – Kritické časové odstupy

Druh dopravního proudu	Číslo DP	Rychlost jízdy na hlavní komunikaci [km/h]	$t_g$ [s]
Levé odbočení z hlavní	1	50	4,5
Pravé odbočení z vedlejší	12	50	4,7
Levé odbočení z vedlejší	10	50	6,3

#### Následné časové odstupy – $t_f$

Dalšími rozhodujícími hodnotami pro výpočet základní kapacity jsou tzv. následné časové odstupy (Tabulka 5), které závisí na dopravním proudu a použitém svislém dopravním značení pro úpravu přednosti v jízdě na vedlejší komunikaci (P 4 – „Dej přednost v jízdě“/P 6 – „Stůj, dej přednost v jízdě“). Hodnoty vycházejí z příslušné tabulky v TP 188 [1].

Tabulka 5 – Následné časové odstupy

Druh dopravního proudu	Číslo	$t_f$ [s]	
		P 4	P 6
Levé odbočení z hlavní	1	2,6	
Pravé odbočení z vedlejší	12	3,1	3,7
Levé odbočení z vedlejší	10	3,5	4,1

P4 – „Dej přednost v jízdě“

P6 „Stůj, dej přednost v jízdě!“

## Základní kapacity

Tato hodnota udává maximální počet vozidel podřazených proudů, která mohou projet křižovatkou v časové mezeře mezi vozidly nadřazených dopravních proudů.

Základní i výsledná kapacita volně se pohybujících dopravních proudů, tedy proudů 1. stupně, je podle TP 188 [8] všeobecně rovna 1 800 pvoz/h.

Základní kapacita proudů 2. a 3. stupně vychází ze vztahu:

$$G_n = \frac{3600}{t_f} \cdot e^{-\frac{I_H}{3600} \cdot (t_g - \frac{t_f}{2})},$$

kde

$n$  je číslo dopravního proudu,

$G_n$  základní kapacita jízdního pruhu  $n$ -tého proudu [pvoz/h],

$I_H$  rozhodující intenzita nadřazených proudů [voz/h],

$t_f$  následný časový odstup [s],

$t_g$  kritický časový odstup [s].

### Výpočty základních kapacit proudů 2. a 3. stupně

$$G_1 = \frac{3600}{2,6} \cdot e^{-\frac{461}{3600} \cdot (4,5 - \frac{2,6}{2})} = 925,0 \text{ pvoz/hod}$$

$$G_{12} = \frac{3600}{3,1} \cdot e^{-\frac{231}{3600} \cdot (4,7 - \frac{3,1}{2})} = 942,2 \text{ pvoz/hod}$$

$$G_{10} = \frac{3600}{3,5} \cdot e^{-\frac{952}{3600} \cdot (6,3 - \frac{3,5}{2})} = 309,0 \text{ pvoz/hod}$$

Tabulka 6 – Vypočtené základní kapacity všech proudů

Číslo dopravního proudu	Základní kapacita $G_n$ [pvoz/h]
2	1800
8	
9	
1	963,0
12	968,5
10	307,6

### Výsledné kapacity

Výsledné kapacity proudů 1. a 2. stupně se rovnají základním kapacitám příslušného dopravního proudu, což vychází ze vztahu podle TP 188 [1]:

$$G_n = C_n ,$$

kde

$n$  je číslo dopravního proudu,

$G_n$  základní kapacita jízdního pruhu  $n$ -tého proudu [pvoz/h],

$C_n$  výsledná kapacita jízdního pruhu  $n$ -tého proudu [pvoz/h].

Výsledné kapacity proudů 3. stupně jsou ovlivněny pravděpodobností nevzdutí nadřazených dopravních proudů, což má za následek snížení jejich výsledné kapacity. Za předpokladu, že má dopravní proud odbočující vlevo z hlavní komunikace samostatný pruh a jeho délka je větší než 95% délka fronty ( $N_{95\%}$ ), pravděpodobnost nevzdutého stavu se počítá podle vzorce (TP 188):

$$p_{0,n} = \max \left\{ 1 - a_v = 1 - \frac{I_n}{C_n} \right\},$$

kde

$n$  je číslo dopravního proudu,

$p_{0,n}$  pravděpodobnost nevzdutého stavu nadřazeného dopravního proudu [-],



$a_v$	stupeň vytížení pro n-tý proud [-],
$I_n$	intenzita dopravy dopravního proudu n [pvoz/h],
$C_n$	výsledná kapacita jízdního pruhu n-tého proudu [pvoz/h].

Délka fronty byla odečtena z grafu pro určení délky fronty v závislosti na stupni vytížení a kapacitě [1]. Délka odbočovacího pruhu pro levé odbočení z hlavní byla přibližně změřena nástrojem „měření vzdálenosti“ v mapovém portálu Mapy.cz.

$$N_{95\%} = 6 \text{ m}$$

Délka odbočovacího pruhu pro dopravní proud č. 1 (levé odbočení z hlavní) = 35 m.

Stupeň vytížení závisí na kapacitě proudu a na intenzitě, kterou je zatížen. Obě hodnoty jsou ve vzorci v tzv. přepočtených vozidlech. Zde tedy závisí na složení dopravních proudů (tabulka 7), proto byly intenzity skutečných vozidel přepočteny podle tabulky doporučených přepočtových koeficientů skladby dopravního proudu z TP 188 (Tabulka 8). Výsledky přepočtených intenzit jsou uvedeny v tabulce 9.

Tabulka 7 – Složení dopravního proudu pro špičkovou hodinu

Číslo dopravního proudu	Druh dopravního prostředku				
	OA	NA+B	NS+KB	M	C
1	148	20	12	2	6
2	375	21	7	15	13
8	204	25	8	8	12
9	132	24	1	0	1
10	91	6	1	4	5
12	112	25	2	4	3

Tabulka 8 – Doporučené koeficienty skladby dopravních proudů

Jízdní kola	Motocykly	Osobní vozidla	Nákladní vozidla a autobusy	Nákladní soupravy a kloubové autobusy
0,5	0,8	1	1,5	2

Tabulka 9 – Přepočtené intenzity vozidel pomocí doporučených koeficientů [pvoz/h]

Číslo dopravního proudu	Intenzity [pvoz/h]
1	206,6
2	439
8	269,9
9	170,5
10	107,7
12	158,2
Celkem	1351,9

#### Výpočet pravděpodobnosti nevzdutého stavu potřebného nadřazeného proudu

$$p_{0,1} = 1 - a_{v1} = 1 - \frac{I_1}{C_1} = 1 - \frac{206,6}{925,0} = 0,78$$

#### Výsledná kapacita proudu 3. stupně (č. 10)

$$C_n = p_x \cdot G_n ,$$

kde

$n$  je číslo dopravního proudu,

- $G_n$  základní kapacita jízdního pruhu n-tého proudu [pvoz/h],  
 $C_n$  výsledná kapacita jízdního pruhu n-tého proudu [pvoz/h],  
 $p_x$   $p_x = p_{0,1}$  pravděpodobnost nevzdutého stavu proud 1 [-].

$$C_{10} = p_{0,1} \cdot G_{10} = 0,78 \cdot 309,0 = 240 \text{ pvoz/hod}$$

Tabulka 10 – Výsledné kapacity křižovatky

Stupeň	Číslo dopravního proudu	Výsledná kapacita $C_n$ [pvoz/h]
I.	2	1800
	8	
	9	
II.	1	963,0
	12	968,5
III.	10	241,6

### Stupně vytížení jednotlivých dopravních proudů

Tato veličina vyjadřuje poměr mezi intenzitou dopravního proudu a jeho výslednou kapacitou. V obou případech jsou počty vyjádřeny v tzv. přepočtených vozidlech. Počítá se podle vzorce:

$$a_{vn} = \frac{I_n}{C_n},$$

kde

- $a_{vn}$  je stupeň vytížení [-],  
 $C_n$  výsledná kapacita jízdního pruhu n-tého proudu [pvoz/h],  
 $I_n$  intenzita n-tého dopravního proudu [pvoz/h].

### Výpočet stupně vytížení

$$a_{v1} = \frac{I_1}{C_1} = \frac{206,6}{925,0} = 0,22$$

$$a_{v2} = \frac{I_2}{C_2} = \frac{436}{1800} = 0,24$$

$$a_{v8} = \frac{I_8}{C_8} = \frac{269,9}{1800} = 0,15$$

$$a_{v9} = \frac{I_9}{C_9} = \frac{170,5}{1800} = 0,09$$

$$a_{v10} = \frac{I_{10}}{C_{10}} = \frac{107,7}{240,0} = 0,45$$

$$a_{v12} = \frac{I_{12}}{C_{12}} = \frac{158,2}{949,2} = 0,17$$

### Střední doba zdržení

Pro výpočet střední doby zdržení je nejprve třeba zjistit rezervu kapacity, která vychází ze znalosti návrhové intenzity a vypočtené kapacity daného dopravního proudu.

Vztah pro výpočet absolutní rezervy rovněž vychází z TP 188 [1] a je následující:

$$Rez = C_n - I_n ,$$

kde

$Rez$  je rezerva kapacity [pvoz/h],

$C_n$  výsledná kapacita jízdního pruhu n-tého proudu [pvoz/h],

$I_n$  intenzita n-tého dopravního proudu [pvoz/h].

### Výpočty rezervy kapacity

$$Rez_1 = C_1 - I_1 = 925 - 206,6 = 718,4 \text{ pvoz/h}$$

$$Rez_2 = C_2 - I_2 = 1800 - 436 = 1364 \text{ pvoz/h}$$

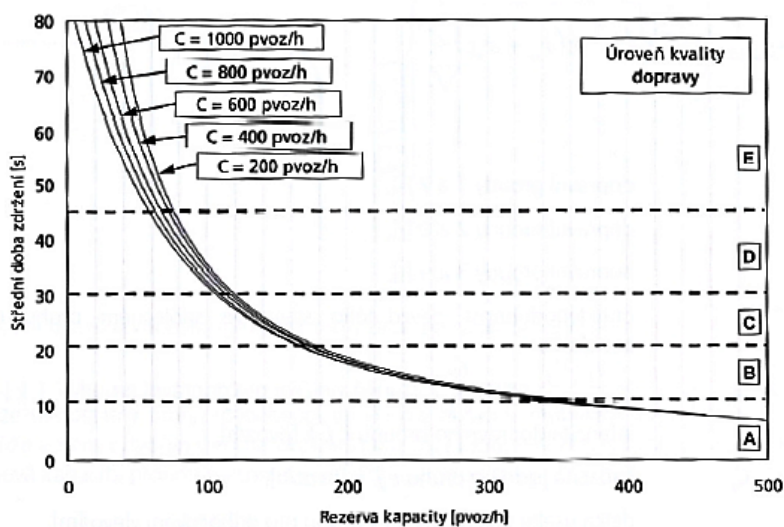
$$Rez_8 = C_8 - I_8 = 1800 - 268,9 = 1530,1 \text{ pvoz/h}$$

$$Rez_9 = C_9 - I_9 = 1800 - 170,5 = 1629,5 \text{ pvoz/h}$$

$$Rez_{10} = C_{10} - I_{10} = 240 - 107,7 = 132,3 \text{ pvoz/h}$$

$$Rez_{12} = C_{12} - I_{12} = 949,2 - 158,2 = 791,0 \text{ pvoz/h}$$

Z následujícího grafu (obrázek 13) byly zjištěny střední doby zdržení jednotlivých dopravních proudů. Z téhož grafu byla stanovena úroveň kvality dopravy.

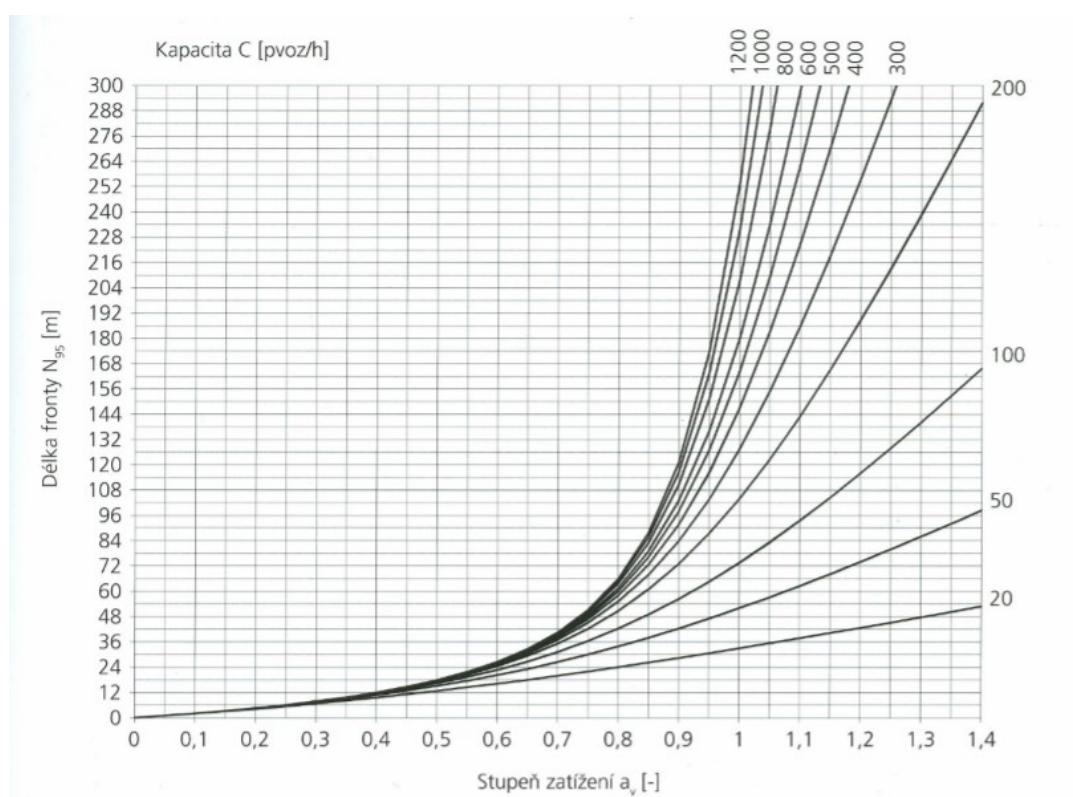


Obrázek 13 – Graf střední doby zdržení v závislosti na kapacitě a rezervě kapacity [1]

## Délka fronty

Délka fronty na vjezdech do neřízené křižovatky se dimenzuje na 95% pravděpodobnost délky fronty. To znamená, že v 95 % času špičkové hodiny je délka fronty menší, než udává vypočtená hodnota. Ve zbylých 5 % je přípustná délka fronty větší nebo rovna dané hodnotě.

Délka fronty je hodnota, která je závislá na stupni vytížení a výsledné kapacitě dopravního proudu. Určuje se z grafu (obrázek 14) z TP 188 [1].



Obrázek 14 – Graf pro určení délky fronty v závislosti na stupni vytížení a kapacitě [1]

## Úroveň kvality dopravy

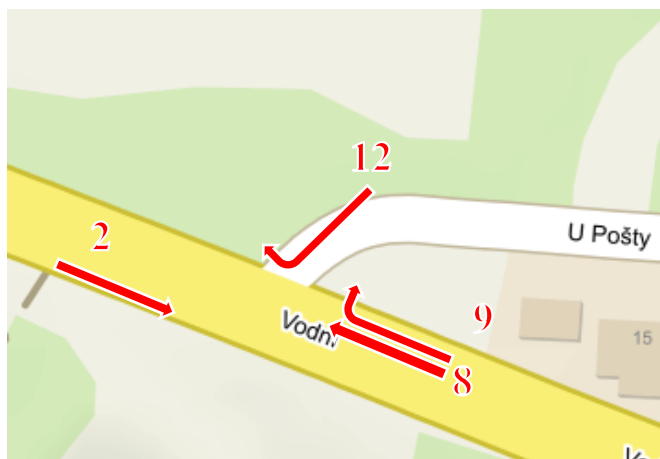
Z výpočtů a odvozených hodnot vyplývá, že vyjma jednoho dopravního proudu dosahují všechny proudy úrovně kvality dopravy A. Rozhodující pro tuto křižovatku je dopravní proud s nejméně příznivou ÚKD, a to proud č. 10. Celková ÚKD křižovatky byla vyhodnocena stupněm C (ojedinělé krátké fronty), což splňuje požadavky jak pro silnice II. a III. třídy, tak pro místní komunikace a veřejně přístupné účelové komunikace.

Tabulka 11 – Shrnutí výsledků pro stanovení ÚKD

Číslo dopravního proudu	Rezerva kapacity	Střední doba zdržení	Délka fronty [m]	Úroveň kvality dopravy
1	718,4	<10	6	A
2	1364	<10	6	A
8	1530,1	<10	4	A
9	1629,5	<10	3	A
10	132,3	28	14	C
12	791,0	<10	4	A

## 5.2 Křižovatka Vodní – U Pošty

Jedná se opět o stykovou křižovatku. Výpočty jsou proto obdobné. Rozdíl je v počtu dopravních proudů. U východní křižovatky je počet snížen na čtyři kvůli dvojité plné čáře na hlavní komunikaci, která zamezuje v odbočení vlevo jak z hlavní, tak z vedlejší komunikace. Proti západní křižovatce tedy zanikají dopravní proudy č. 1 a č. 10.



Obrázek 11 – Schématické označení dopravních proudů [13]

Tabulka 12 – Stupeň podřazenosti dopravních proudů

Stupeň	Číslo dopravního proudu
I. Stupeň	2, 8, 9
II. Stupeň	12
III. Stupeň	-
IV. Stupeň	-

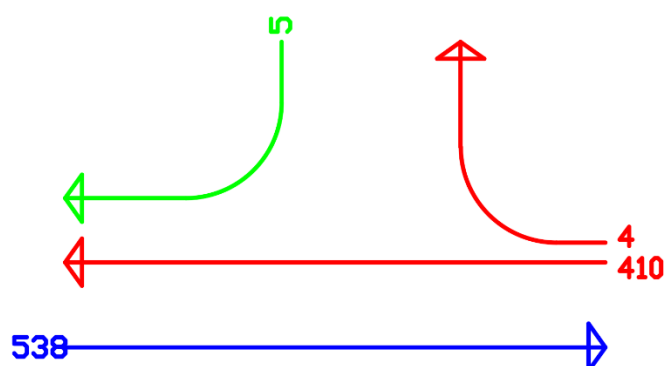
## Intenzity dopravy

Tabulka 13 – Stanovení špičkové hodiny z intenzit dopravy [voz/h]

Číslo dopravního proudu	14:00 - 14:15	14:15 - 14:30	14:30 - 14:45	14:45 - 15:00	15:00 - 15:15	15:15 - 15:30	15:30 - 15:45	15:45 - 16:00	16:00 - 16:15	Součet I <sub>i</sub> pro špičkovou hodinu
2	98	109	114	116	199	119	82	148	84	538
8	76	89	83	104	134	66	81	114	126	410
9	1	0	1	1	2	1	0	0	1	4
12	0	1	1	2	1	1	0	1	0	5
Celkem	175	199	199	223	336	187	163	263	211	

796	
957	
945	
909	
949	
824	



Obrázek 12 – kartogram intenzit špičkové hodiny



### Rozhodující intenzity nadřazených proudů – $I_h$

Křižovatka má pouze jeden dopravní proud, jehož kapacita je ovlivněna jinými nadřazenými dopravními proudy.

Tabulka 14 – Rozhodující intenzity nadřazených proudů

Podřazený proud	Číslo	Součet intenzit nadřazených proudů [voz/h]	
Pravé odbočení z vedlejší	12	$I_8 + 0,5 \cdot I_9$	412

### Kritické časové odstupy – $t_g$

I pro východní křižovatku byla z důvodu neznalosti rychlosti  $v_{85\%}$  použita maximální povolená rychlost na hlavní komunikaci.

$$t_{g12} = 2,8 + 0,038 \cdot v_{85\%} = 2,8 + 0,038 \cdot 50 = 4,7 \text{ s},$$

kde

$t_g$  je kritický časový odstup [s],

$v_{85\%}$  rychlost na hlavní komunikaci [km/h].

Tabulka 15 – Kritické časové odstupy

Druh dopravního proudu	Číslo	Rychlost jízdy na hlavní komunikaci [km/h]	$t_g$ [s]
Pravé odbočení z vedlejší	12	50	4,7

### Následné časové odstupy – $t_f$

Zde dochází opět ke změně proti západní křižovatce, a sice v použitém dopravním značení na vedlejší komunikaci. Ulice U Pošty je u vyústění do ulice Vodní osazena svislou dopravní značkou P6 – „Stůj, dej přednost v jízdě“.

Tabulka 16 – Následné časové odstupy

Druh dopravního proudu	Číslo	$t_f$ [s]	
		P 4	P 6
Pravé odbočení z vedlejší	12	3,1	3,7

### Základní kapacity

$$G_n = \frac{3600}{t_f} \cdot e^{-\frac{I_H}{3600} \cdot (t_g - \frac{t_f}{2})},$$

kde

$n$  je číslo dopravního proudu,

$G_n$  základní kapacita jízdního pruhu  $n$ -tého proudu [pvoz/h],

$I_H$  rozhodující intenzita nadřazených proudů [voz/h],

$t_f$  následný časový odstup [s],

$t_g$  kritický časový odstup [s].

### Výpočet základní kapacity dopr. proudů 2. stupně

$$G_{12} = \frac{3600}{3,7} \cdot e^{-\frac{485}{3600} \cdot (4,7 - \frac{3,7}{2})} = 677,1 \text{ pvoz/hod}$$

Tabulka 17 – Základní/výsledné kapacity všech proudů

Číslo dopravního proudu	Základní kapacita $G_n$ [pvoz/h]
2	1800
8	
9	
12	702,7

### Výsledné kapacity

Jelikož všechny proudy spadají do 1. a 2. stupně nadřazenosti, jsou všechny výsledné kapacity rovny příslušným základním kapacitám (tabulka 17), což vychází ze vztahu podle TP 188 [1]:

$$G_n = C_n ,$$

kde

$n$  je číslo dopravního proudu,

$G_n$  základní kapacita jízdního pruhu  $n$ -tého proudu [pvoz/h],

$C_n$  výsledná kapacita jízdního pruhu  $n$ -tého proudu [pvoz/h].

### Zohlednění skladby dopravních proudů

Tabulka 18 – Složení dopravního proudu pro špičkovou hodinu

Číslo dopravního proudu	Druh dopravního prostředku				
	OA	NA+B	NS+KB	M	C
2	466	27	8	19	18
8	332	49	9	8	12
9	4	0	0	0	0
12	4	0	0	0	1

Tabulka 19 – Doporučené koeficienty skladby dopravních proudů

Jízdní kola	Motocykly	Osobní vozidla	Nákladní vozidla a autobusy	Nákladní soupravy a kloubové autobusy
0,5	0,8	1	1,5	2

Tabulka 20 – Přepočtené intenzity vozidel pomocí doporučených koeficientů [pvoz/h]

Číslo dopravního proudu	Intenzity [pvoz/h]
2	546,7
8	435,9
9	4
12	4,5
Celkem	991,1

### Stupně vytížení jednotlivých dopravních proudů

$$a_{vn} = \frac{I_n}{C_n},$$

kde

$a_{vn}$  je stupeň vytížení [-],

$C_n$  výsledná kapacita jízdního pruhu n-tého proudu [pvoz/h],

$I_n$  intenzita n-tého dopravního proudu [pvoz/h].

### Výpočet stupně vytížení:

$$a_{v2} = \frac{I_2}{C_2} = \frac{546,7}{1800} = 0,30$$

$$a_{v8} = \frac{I_8}{C_8} = \frac{435,9}{1800} = 0,24$$

$$a_{v9} = \frac{I_9}{C_9} = \frac{4}{1800} = 0,00$$

$$a_{v12} = \frac{I_{12}}{C_{12}} = \frac{4,5}{702,2} = 0,01$$

### Střední doba zdržení

Z grafu (obrázek 13) byly zjištěny střední doby zdržení jednotlivých dopravních proudů.  
Z téhož grafu byla stanovena úroveň kvality dopravy.

Vztah pro výpočet absolutní rezervy rovněž vychází z TP 188 [1]:

$$Rez = C_n - I_n ,$$

kde

$Rez$  je rezerva kapacity [pvoz/h],

$C_n$  výsledná kapacita jízdního pruhu n-tého proudu [pvoz/h],

$I_n$  intenzita n-tého dopravního proudu [pvoz/h].

### Výpočty rezervy kapacity

$$Rez_2 = C_2 - I_2 = 1800 - 546,7 = 1253,3 \text{ pvoz/h}$$

$$Rez_8 = C_8 - I_8 = 1800 - 435,9 = 1364,1 \text{ pvoz/h}$$

$$Rez_9 = C_9 - I_9 = 1800 - 4 = 1796 \text{ pvoz/h}$$

$$Rez_{12} = C_{12} - I_{12} = 702,2 - 4,5 = 697,7 \text{ pvoz/h}$$

## Délka fronty

Délka fronty je hodnota, která je závislá na stupni vytížení a výsledné kapacitě dopravního proudu. Hodnota byla odečtena z grafu (obrázek 14) v závislosti na stupni vytížení a výsledné kapacitě.

## Úroveň kvality dopravy

Z výpočtů a odvozených hodnot vyplývá, že všechny proudy dosahují úrovně kvality dopravy A. Celá křižovatka má tedy ÚKD na stupni A.

Tabulka 21 – Shrnutí výsledků pro stanovení ÚKD

Číslo dopravního proudu	Rezerva kapacity	Střední doba zdržení	Délka fronty [m]	Úroveň kvality dopravy
2	1253,3	<10	6	A
8	1364,1	<10	4	A
9	1796	<10	0	A
12	697,7	<10	0	A

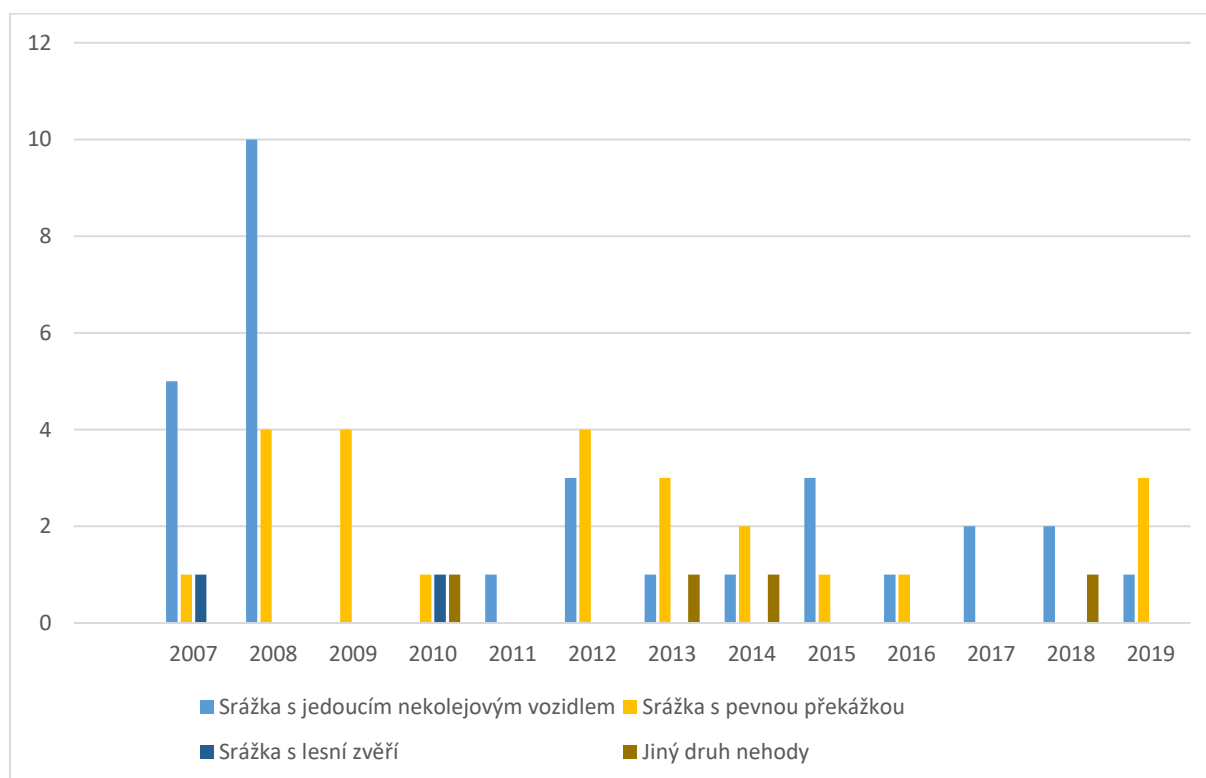
## 5.3 Dopravní nehodovost

Z jednotné dopravní vektorové mapy [14] byla na řešené křižovatce zjištěna dopravní nehodovost. V období od roku 2007 do roku 2019 se v prostoru křižovatek a v jejich bezprostředním okolí stalo celkem šedesát dopravních nehod (Obrázek 12).



Obrázek 13 – mapa dopravní nehodovosti [14]

Nejčastějším typem nehody byla „Srážka s jedoucím nekolejovým vozidlem“, kde mezi nejčastější příčiny patřilo nedání přednosti v jízdě či chybný manévr při předjíždění. Druhé místo zastupuje „Srážka s pevnou překážkou“ – příčinou bylo zpravidla nezvládnutí řízení v důsledku rychlé jízdy nebo přítomnost alkoholu v krvi řidiče. Následuje typ „Srážka s lesní zvěří“, kde měla opět vliv rychlá a neopatrná jízda. Zbylé události patří do kategorie „Jiný druh nehody“ a patří zde například pády cyklistů z kol. Co se týče časového horizontu, je ze statistiky zřejmé, že dochází k mírnému poklesu. Ten může plynout z faktu, že od r. 2009 platí zákon č. 274/2008 Sb., který zvýšil povinnost hlásit dopravní nehodu podle vzniklé škody na majetku z původních 50 000,- na 100 000,- Kč. Jedná se tedy spíše o zkreslení reálného počtu nehod. Dalším důvodem může být snížení maximální povolené rychlosti ze 70 km/h na 50 km/h, k čemuž došlo před několika lety (přesné datum není známo, vychází se ze starších fotografií na Google Maps). Lze předpokládat, že tato úprava alespoň částečně pozitivně ovlivnila reálný počet dopravních nehod. Časový vývoj počtu dopravních nehod a rozdělení dle typu nehody lze vidět v následujícím grafu (obrázek 13).



Obrázek 14 – graf dopravní nehodovosti

O pravděpodobnosti vzniku nehody na daném úseku komunikace vzhledem k jízdnímu výkonu vypovídá tzv. **ukazatel relativní nehodovosti**.

$$R = \frac{N_0}{365 \cdot I \cdot t} \cdot 10^6,$$

kde

- R je hodnota ukazatele relativní nehodovosti [počet nehod / mil. vozkm a rok],
- N<sub>0</sub> je celkový počet nehod ve sledovaném období,
- I je průměrná denní intenzita provozu [voz/24 hod] a
- t je sledované období [roky].

Výpočet:

$$R = \frac{60}{365 \cdot 12746.13} \cdot 10^6 = 0,99$$

Hodnota tohoto ukazatele se obvykle pohybuje mezi 0,1 a 0,9. Vyšší hodnota – jako v tomto případě – poukazuje na nedostatky v bezpečnosti provozu. Ze statistik vyplývá, že příčinou není špatný stav křižovatky či nedostatek bezpečnostních prvků. Převažuje zde lidský faktor, a to nedodržování předpisů (rychlá jízda, alkohol). Předpokládaným důvodem je dlouhý a široký téměř přímý úsek na hlavní komunikaci (parametry silnice na území obce), který řidiče vybízí k překračování povolené rychlosti.

## 6. Prognóza intenzit generované dopravy

Přílehlé rozvojové plochy v budoucnu ovlivní dopravu na řešených křižovatkách. Postup řešení a výpočtů je podle TP – Metody prognózy intenzit generované dopravy. [2]

Plochy DS – P4 a DS – P5 jsou řešeny společně, jelikož spolu těsně sousedí (viz 3.3 Rozvojové plochy) a budou tedy využívat společné napojení do řešených křižovatek. Menší plocha DS – Z33 je řešena samostatně.



### Kategorie daného území

Dle platného územního plánu města Havířov spadají všechny tři řešené rozvojové plochy do kategorie P – Území průmyslu a výroby – P2 – Lehký průmysl. Stanovení této kategorie ovlivňuje následující výpočty.

## 6.1 Plochy DS-P4 a DS-P5

### Výchozí ukazatel území

Jedná se o účelovou jednotku, která charakterizuje území pro stanovení intenzity generované dopravy. Závisí na funkci a typu zástavby. V tomto případě udává počet zaměstnanců hlavní směny. Počítá se vzorcem:

$$U = \frac{S \cdot KPP}{HPP_{zam}},$$

kde

$S$  celková plocha území vymezeného pro funkci průmyslu a výroby [ $m^2$ ],

$KPP$  koeficient podlažní plochy území [-] (tabulka TP [2]),

$HPP_{zam}$  hrubá podlažní plocha [pvoz/h] (tabulka TP [2]).

$$U = \frac{77400 \cdot 0,35}{65} = 417 \text{ zam. (dolní mez)}$$

$$U = \frac{77400 \cdot 0,45}{45} = 774 \text{ zam. (horní mez)}$$

**Celkový počet cest generovaný daným územím (bez ohledu na druh dopravy)**

$$PC_{CELK} = U \cdot k_{PC/U} ,$$

kde

$PC_{CELK}$  je celkový počet cest [cest/den],

$U$  ukazatel území [-]

$K_{PC/U}$  koeficient počtu generovaných cest na jednotku ukazatele  $U$  [-] (tabulka TP [2]).

$$PC_{CELK} = 417 \cdot 1 = 417 \text{ cest/den (dolní mez)}$$

$$PC_{CELK} = 774 \cdot 2,2 = 1703 \text{ cest/den}$$

### **Dělba přepravní práce**

Závisí na kvalitě obsluhy MHD – docházková vzdálenost na zastávku, frekvence spojů, účel a délka cesty, urbanistické podmínky.

Dělí se mezi individuální automobilovou, městskou hromadnou, pěší a cyklistickou dopravu.

### **Počet cest jednotlivých druhů dopravy**

$$PC_{DP} = PC_{CELK} \cdot k_{DPP} ,$$

kde

$PC_{CELK}$  je celkový počet cest [cest/den],

$k_{DDP}$  koeficient dělby přepravní práce [-] (tabulka TP [2]).

Volba koeficientu vychází z dopravních podmínek v současném okolí řešených oblastí. V současné situaci je dostupnost MHD hodnocena jako „špatná“ (docházková vzdálenost je více než 5 min) a přepravní práce by tedy byla rozdělena na 60 % IAD, 30 % MHD, 5 % pěší a 5 % cyklo dopravu. V navržených variantách se počítá se vznikem autobusových zastávek, díky čemuž je zkrácená docházková vzdálenost a dostupnost MHD lze tedy hodnotit jako dobrou. Rozdělení přepravní práce je tedy v poměru 50:40:5:5

Vzhledem ke špatné dostupnosti pro pěší a cyklisty byla provedena redukce ve prospěch IAD a MHD.

$$PC_{IAD} = 1703.0,54 = 920 \text{ cest/den}$$

$$PC_{MHD} = 1703.0,44 = 750 \text{ cest/den}$$

$$PC_{pěší} = 1703.0,01 = 18 \text{ cest/den}$$

$$PC_{cyklo} = 1703.0,01 = 18 \text{ cest/den}$$

### **Intenzita dopravy**

Intenzita jednotlivých dopravních prostředků je ovlivněna takzvanou sdílenou dopravou. Díky ní vstupuje do výpočtu koeficient, který vyjadřuje průměrnou obsazenost prostředků.

$$I_{DP} = \frac{PC_{DP}}{k_{OBS}},$$

kde

$PC_{DP}$  je celkový počet cest dopravního prostředku [cest/den],

$k_{OBS}$  koeficient dělby přepravní práce [-] (tabulka TP [2]).

$$I_{IAD} = \frac{920}{1,3} = 708 \text{ voz/den}$$

$$I_{MHD} = \frac{750}{30} = 25 \text{ voz/den}$$

$$I_{p\check{e}\check{s}\acute{i}} = \frac{18}{1} = 18 \text{ chod/den}$$

$$I_{cyklo} = \frac{18}{1} = 18 \text{ voz/den}$$

### Hodinová intenzita

Z tabulek – variace intenzit pro určení koeficientu  $k_{d,h}$  (TP [2]) se zjistí podíl osobních a nákladních vozidel pro konkrétní vybranou hodinu. Byla zvolena tabulková hodina 14 – 15, aby co nejvíce odpovídala stanovené špičkové hodině.

$$I_H = I_d \cdot k_{d,h},$$

kde

$I_D$  je denní intenzita dopravy [voz/den],

$k_{d,h}$  podíl hodinové intenzity dopravy na denní intenzitě dopravy [-]

### Hodinové intenzity na vjezdu

$$I_{HOAD} = 708 \cdot 0,062 = 44 \text{ voz/h}$$

$$I_{HNAD} = 708 \cdot 0,122 = 87 \text{ voz/h}$$

### Hodinové intenzity na výjezdu

$$I_{HOAD} = 708 \cdot 0,161 = 114 \text{ voz/h}$$

$$I_{HNAD} = 708 \cdot 0,123 = 88 \text{ voz/h}$$

## 6.2 Plocha DS – Z33

Výchozí ukazatel území

$$U = \frac{S \cdot KPP}{HPP_{zam}},$$

kde

$S$  je celková plocha území vymezeného pro funkci průmyslu a výroby [ $\text{m}^2$ ],

$KPP$  koeficient podlažní plochy území [-] (tabulka TP [2]),

$HPP_{zam}$  hrubá podlažní plocha [pvoz/h] (tabulka TP [2]).

$$U = \frac{9000 \cdot 0,35}{65} = 48 \text{ zam. (dolní mez)}$$

$$U = \frac{9000 \cdot 0,45}{45} = 90 \text{ zam. (horní mez)}$$

Celkový počet cest generovaný daným územím (bez ohledu na druh dopravy)

$$PC_{CELK} = U \cdot k_{PC/U},$$

kde

$PC_{CELK}$  je celkový počet cest [cest/den],

$U$  ukazatel území [-]

$k_{PC/U}$  koeficient počtu generovaných cest na jednotku ukazatele  $U$  [-] (tabulka TP [2]).

$$PC_{CELK} = 48 \cdot 1 = 48 \text{ cest/den (dolní mez)}$$

$$PC_{CELK} = 90 \cdot 2,2 = 198 \text{ cest/den}$$

Počet cest jednotlivých druhů dopravy

$$PC_{DP} = PC_{CELK} \cdot k_{DPP},$$

kde

$PC_{CELK}$  je celkový počet cest [cest/den],

$k_{DPP}$  koeficient dělby přepravní práce [-] (tabulka TP [2]).

$$PC_{IAD} = 198 \cdot 0,54 = 107 \text{ cest/den}$$

$$PC_{MHD} = 198 \cdot 0,44 = 88 \text{ cest/den}$$

$$PC_{pěší} = 198 \cdot 0,01 = 2 \text{ cest/den}$$

$$PC_{cyklo} = 198 \cdot 0,01 = 2 \text{ cest/den}$$

Intenzita dopravy

Intenzita jednotlivých dopravních prostředků je ovlivněna takzvanou sdílenou dopravou. Díky ní vstupuje do výpočtu koeficient, který vyjadřuje průměrnou obsazenost prostředků.

$$I_{DP} = \frac{PC_{DP}}{k_{OBS}},$$

kde

$PC_{DP}$  je celkový počet cest dopravního prostředku [cest/den],

$k_{OBS}$  koeficient dělby přepravní práce [-] (tabulka TP [2]).

$$I_{IAD} = \frac{107}{1,3} = \mathbf{95\ voz/den}$$

$$I_{MHD} = \frac{88}{30} = \mathbf{3\ voz/den}$$

$$I_{p\check{s}\acute{e}š\acute{i}} = \frac{2}{1} = \mathbf{2\ chod/den}$$

$$I_{cyklo} = \frac{2}{1} = \mathbf{2\ voz/den}$$

**Hodinová intenzita**

**Intenzity na vjezdu**

$$I_{HOAD} = 107 \cdot \mathbf{0,062} = 7\ \text{voz/h}$$

$$I_{HNAD} = 107 \cdot \mathbf{0,122} = 14\ \text{voz/h}$$

**Intenzity na výjezdu**

$$I_{HOAD} = 107 \cdot \mathbf{0,161} = 18\ \text{voz/h}$$

$$I_{HNAD} = 107 \cdot \mathbf{0,123} = 14\ \text{voz/h}$$

## 7. Výhledový stav intenzit na rok 2040

### Přeložka I/11

Jedním z bodu zadání práce je zohlednit přilehlé okolí řešené oblasti. Dle dostupných informací ŘSD je již několik let plánována výstavba obchvatu, který má navazovat na stávající silnici I/11. „Na stavbu byla v květnu 2009 zpracována technická studie, ve které byl obchvat Havířova řešen v několika variantách. V září 2017 byl dokončen koncept záměru projektu, který byl v prosinci 2017 předložen na MD k projednání. Upravený záměr projektu byl v červenci 2018 zaslán k posouzení na GŘ ŘSD. Dne 24. 9. 2018 však ZP nebyl schválen. Bylo rozhodnuto o zadání zpracování nové podrobné technické studie. [15].

V době vzniku této práce bylo známé předpokládané datum zahájení stavby – 2028 a uvedené do provozu – 2032. Vzhledem k nejistému vývoji celého procesu, který do té doby trval již více než 12 let, není vhodné zohledňovat pozitivní důsledky tohoto obchvatu a jeho vliv na řešené křižovatky. S jistotou lze říci, že by se část dopravy převedla na eventuelně vzniklý obchvat, a že by tak bylo dopravě na řešených křižovatkách odlehčeno. Přesné prověření vlivu na výhledové intenzity neproběhlo, a to s ohledem na rozsah a složitost výpočtu a na případné značné nejistoty a nepřesnosti. Navrhovaná řešení jsou tedy připravena na horší variantu, a to, že by obchvat nevznikl.

### Prognóza dopravních intenzit

Podle TP 225 [5] a na základě intenzit jednotlivých dopravních proudů byly vypočteny výhledové intenzity pro rok 2040. Byla použita metoda jednotného součinitele růstu. Ten je závislý na výhledovém roce, který byl stanoven, a na kategorii komunikací. Prognózy jsem počítal zvlášť pro skupiny lehkých a těžkých vozidel. Výhledové intenzity se vypočetly z následujícího vztahu.

$$I_{vi} = I_{0i} \cdot k_{pi} ,$$

kde

$I_{vi}$  je výhledová intenzita dopravy pro danou skupinu vozidel [voz/hod],

$I_{0i}$  výchozí intenzita dopravy pro danou skupinu vozidel [voz/h],



$k_{pi}$  koeficient prognózy intenzit dopravy pro danou skupinu vozidel [-], který se určí ze vzorce

$$k_{pi} = \frac{k_{vi}}{k_{0i}},$$

kde

$k_{vi}$  je koeficient vývoje intenzit dopravy pro výhledový rok a pro danou skupinu vozidel [-]

$k_{0i}$  koeficient vývoje intenzit dopravy pro výchozí rok a pro danou skupinu vozidel [-].

Výhledové intenzity byly vypočteny pro každou z řešených křižovatek zvlášť (tabulky 22 a 23). Do obou křižovatek je navrženo napojení ploch DS-P4 a DS-P5 z jihu (varianty jsou popsány níže, viz 8. Návrh přestavby). Generovaná doprava rozvojových ploch byla ve výpočtu rovněž zahrnuta.

Tabulka 22 – Výhledové intenzity pro r. 2040 na křižovatce Orlovská – Vodní

Číslo dopravního proudu	Druh dopravního prostředku					Celkem
	OA	NA+B	NS+KB	M	C	
1	201	21	12	3	6	243
2	510	22	7	20	13	572
3	20	30	0	0	0	50
4	52	30	0	0	0	82
5	52	30	0	0	0	82
6	52	30	0	0	0	82
7	20	30	0	0	0	50
8	280	27	8	11	12	338
9	181	27	1	0	1	210
10	125	6	1	5	5	143
11	20	30	0	0		50
12	152	26	2	5	3	189
Celkem	1663	311	32	45	40	
	2091					

Tabulka 23 – Výhledové intenzity pro r. 2040 na křižovatce Vodní – U Pošty

Číslo dopravního proudu	Druh dopravního prostředku					Celkem
	OA	NA+B	NS+KB	M	C	
2	633	28	8	26	13	708
8	30	15	0	0	12	56
9	15	15	0	0	0	30
12	30	19	0	0	1	50
Celkem	708	76	8	26	26	
	845					

## 8. Návrh přestavby

Navrženy jsou dvě varianty. V obou případech je kvůli poměrně vysokým výhledovým intenzitám obou křižovatek po zohlednění generované dopravy rozvojových ploch je v první variantě navrženo zapojení ve třech místech.

Pro obě varianty je plocha DS-Z33 zapojena na ulici U Pošty v blízkosti východní křižovatky a jakožto účelová komunikace nezasahuje přímo do stávající křižovatky. Nicméně generovaná doprava této plochy přímo ovlivňuje dopravní situaci na východní křižovatce, jelikož je tudy jediná možná cesta.

Jižní dvě sousedící plochy DS-P4 a DS-P5 se v první variantě zapojují do západní křižovatky, a to jako čtvrté rameno navržené průsečné křižovatky. Ve druhé variantě dochází k napojení v tomtéž místě, tentokrát však tvoří jedno z čtyř ramen okružní křižovatky. Druhé zapojení těchto ploch se nachází v blízkosti západní křižovatky – pomocí chodníku je zajištěn přístup pěším k autobusovým zastávkám, které jsou rovněž součástí obou variant návrhu.

### 8.1 Varianta A

V tomto návrhu přibývá na západní křižovatce čtvrté rameno (z jihu) a původní stykovou tak mění na křižovatku průsečnou. Na východní křižovatce jsou jižní plochy zapojeny do stávajících komunikací pouze chodníkem. U východní křižovatky dochází k drobné změně

vedení ulice U Pošty, které je přizpůsobené napojení severní rozvojové plochy. Mezikřižovatkový prostor je zde opatřen novými autobusovými zastávkami se zálivy. Dostupnost těchto zastávek je zajištěna úpravou či přidáním chodníků a přechodu pro chodce. Návrh je graficky zpracován v příloze č. 4.

### 8.1.1 Kapacitní posouzení navržených stavů

Intenzity dopravy a složení dopravních proudů vychází z kapitoly 7. Výhledový stav pro rok 2040 (tabulka 22). Posouzení probíhalo dle TP 188 obdobně jako u dřívějších posudků výše. Výpočty jsou doloženy v pracovním soboru tabulkového editoru MS Excel (příloha č. 8).

#### Průměrná křižovatka Orlovská – Vodní

Nejprve byly stanoveny rozhodující intenzity pro všechny podřazené dopravní proudy (tabulka 23).

Tabulka 24 – Rozhodující intenzity

Podřazený proud	Číslo	Součet intenzit nadřazených proudů (voz/h)	
Levé odbočení z hlavní	1	$I_8 + I_9$	548
	7	$I_2 + I_3$	622
Pravé odbočení z vedlejší	6	$I_2 + 0,5 \cdot I_3$	311
	12	$I_8 + 0,5 \cdot I_9$	169
Přímý průjezd z vedlejší	5	$I_2 + 0,5 \cdot I_3 + I_8 + I_9 + I_1 + I_7$	1413
	11	$I_8 + 0,5 \cdot I_9 + I_2 + I_3 + I_1 + I_7$	1254
Levé odbočení z vedlejší	4	$I_2 + 0,5 \cdot I_3 + I_8 + 0,5 \cdot I_9 + I_1 + I_7 + I_{12} + I_{11}$	1442
	10	$I_8 + 0,5 \cdot I_9 + I_2 + 0,5 \cdot I_3 + I_1 + I_7 + I_6 + I_5$	1368

Dle tabulek v TP 188 byly stanoveny kritické a následné časové odstupy (tabulky 25 a 26).

Tabulka 25 – Kritické časové odstupy

Druh dopravního proudu	Číslo	Rychlost jízdy na hlavní komunikaci [km/h]	
Levé odbočení z hlavní	1	50	4,5
	7		
Pravé odbočení z vedlejší	6	50	4,7
	12		
Přímý průjezd z vedlejší	5	50	6,2
	11		
Levé odbočení z vedlejší	4	50	6,3
	10		

Tabulka 26 – Následné časové odstupy

Druh dopravního proudu	Číslo	$t_f$ [s]	
		P 4	P 6
Levé odbočení z hlavní	1	2,6	
	7		
Pravé odbočení z vedlejší	6	3,1	
	12		
Přímý průjezd z vedlejší	5	3,3	
	11		
Levé odbočení z vedlejší	4	3,5	
	10		

Základní kapacity proudů I. stupně nadřazenosti jsou všeobecně stanoveny. Použitím získaných hodnot výše byly vypočteny základní kapacity dopravních proudů II., III. a IV. stupně ze vztahu:

$$G_n = \frac{3600}{t_f} \cdot e^{-\frac{I_H}{3600} \cdot (t_g - \frac{t_f}{2})},$$

kde

$n$  je číslo dopravního proudu,

$G_n$  základní kapacita jízdního pruhu  $n$ -tého proudu [pvoz/h],

- $I_H$  rozhodující intenzita nadřazených proudů [voz/h],  
 $t_f$  následný časový odstup [s],  
 $t_g$  kritický časový odstup [s].

Tabulka 27 – Základní kapacity jednotlivých dopravních proudů

Číslo dopravního proudu	Základní kapacita $G_n$ [pvoz/h]
2	1800
3	
8	
9	
1	857,2
7	803,3
6	884,6
12	1001,6
5	182,8
11	223,7
4	166,2
10	182,6

#### **Ve stavu bez vytváření fronty vozidel**

Dle TP 188 [1] se v této situaci musí pro proudy 4. stupně zohlednit pravděpodobnost současného nevzdutí proudů 2. a 3. stupně. Pro tyto výpočty se určují pravděpodobnosti  $p_{z,n}$ , které s dostatečnou přesností vyjadřují stav bez současného vzdutí.

$$p_{z,n} = \frac{1}{1 + \frac{1-p_x}{p_x} + \frac{1-p_{0,n}}{p_{0,n}}},$$

kde

- $n$  je číslo dopravního proudu,  
 $p_{z,n}$  pravděpodobnost současného nevzdutí proudů 1, 7, 5 nebo 1, 7, 11 [-],  
 $p_x$   $p_x = p_{0,1} \cdot p_{0,7}$  pravděpodobnost současného nevzdutí proudů 1 a 7 [-],  
 $p_{0,n}$  pravděpodobnost nevzdutého stavu n-tého nadřazeného dopravního proudu [-].

#### Výpočty pravděpodobností nevzdutého stavu potřebných nadřazených proudů

$$p_{0,5} = 1 - a_{v5} = 1 - \frac{I_5}{C_5} = 0,170$$

$$p_{0,11} = 1 - a_{v11} = 1 - \frac{I_{11}}{C_{11}} = 0,188$$

$$p_{0,6} = 1 - a_{v6} = 1 - \frac{I_6}{C_6} = 0,897$$

$$p_{0,12} = 1 - a_{v12} = 1 - \frac{I_{12}}{C_{12}} = 0,799$$

$$p_{z,5} = \frac{1}{1 + \frac{1-p_x}{p_x} + \frac{1-p_{0,5}}{p_{0,5}}} = 0,15$$

$$p_{z,11} = \frac{1}{1 + \frac{1-p_x}{p_x} + \frac{1-p_{0,11}}{p_{0,11}}} = 0,17$$

#### Výsledná kapacita proudů 4. stupně

$$C_4 = p_{z,11} \cdot p_{0,12} \cdot G_4 = 22,2 \text{ pvoz/hod}$$

$$C_{10} = p_{z,5} \cdot p_{0,6} \cdot G_{10} = 25,0 \text{ pvoz/hod}$$

Tabulka 28 – Výsledné kapacity jednotlivých dopravních proudů

Stupeň	Číslo dopravního proudu	Výsledná kapacita $C_n$ [pvoz/h]
I.	2	1800
	3	
	8	
	9	
II.	1	857,2
	7	803,3
	6	884,6
	12	1001,6
III.	5	109,6
	11	134,2
IV.	4	22,2
	10	25,0

Pro zjištění rezerv a následného určení kvality dopravy dle grafu v TP 188 byly přepočteny intenzity dle skladby dopravních proudů na tzv. přepočtená vozidla (tabulka 29 – str. 51).

Tabulka 29 – Základní kapacity jednotlivých dopravních proudů

Číslo dopravního proudu	Druh dopravního prostředku					Přepočtené intenzity pvoz/h
	OA	NA+B	NS+KB	M	C	
1	201	21	12	3	6	262,4
2	510	22	7	20	13	579,7
3	20	30	0	0	0	65,2
4	52	30	0	0	0	97,4
5	52	30	0	0	0	97,4
6	52	30	0	0	0	97,4
7	20	30	0	0	0	65,2
8	280	27	8	11	12	351,8
9	181	27	1	0	1	223,9
10	125	6	1	5	5	143,3
11	20	30	0	0		65,2
12	152	26	2	5	3	201,2
Celkem	1742	327	32	45	40	
	2186					

Vztah pro výpočty rezerv a stupňů vytížení rovněž vycházejí z TP 188 [1] a jsou následující:

$$Rez = C_n - I_n ,$$

kde

$Rez$  je rezerva kapacity [pvoz/h],

$C_n$  výsledná kapacita jízdního pruhu  $n$ -tého proudu [pvoz/h],

$I_n$  naměřená intenzita dopravního proudu  $n$  [pvoz/h].

$$a_{vn} = \frac{I_n}{C_n} ,$$

kde

$a_{vn}$  je stupeň vytížení [-],

$C_n$  výsledná kapacita jízdního pruhu  $n$ -tého proudu [pvoz/h],

$I_n$  naměřená intenzita dopravního proudu  $n$  [pvoz/h].

Výpočty provedené v MS Excel byly shrnuty do následující tabulky

Tabulka 30 – Hodnoty rezerv kapacity a stupňů vytížení pro jednotlivé dopr. proudy

$a_{v1} =$	0,31	Rez1	594,8
$a_{v2} =$	0,32	Rez2	1220,3
$a_{v3} =$	0,04	Rez3	1734,8
$a_{v4} =$	1,77	Rez4	-42,3
$a_{v5} =$	0,84	Rez5	19,2
$a_{v6} =$	0,11	Rez6	787,2
$a_{v7} =$	0,08	Rez7	738,2
$a_{v8} =$	0,20	Rez8	1448,2
$a_{v9} =$	0,12	Rez9	1576,1
$a_{v10} =$	0,08	Rez10	-118,9
$a_{v11} =$	0,46	Rez11	77,5
$a_{v12} =$	0,20	Rez12	800,4



## Styková křižovatka Vodní – U Pošty

Navržená varianta ponechává původní typ křižovatky. Výpočty proto probíhaly obdobně jako u původního stavu této křižovatky. Výsledky byly shrnuty do následujících tabulek.

Tabulka 31 – Rozhodující intenzity pro podřazené dopravní proudy

Podřazený proud	Číslo	Součet intenzit nadřazených proudů (voz/h)	
Pravé odbočení z vedlejší	12	$I_8 + 0,5 \cdot I_9$	71

Tabulka 32 – Kritické časové odstupy podřazených proudů

Druh dopravního proudu	Číslo	Rychlost jízdy na hlavní komunikaci [km/h]	
Pravé odbočení z vedlejší	12	50	4,7

Tabulka 33– Následné časové odstupy podřazených proudů

Druh dopravního proudu	Číslo	$t_f$ [s]	
		P 4	P 6
Pravé odbočení z vedlejší	12	-	3,7

Základní kapacity proudů I. stupně jsou všeobecně stanoveny. Pro proudy II. stupně byly opět vypočteny ze vztahu:

$$G_n = \frac{3600}{t_f} \cdot e^{-\frac{I_H}{3600} \cdot (t_g - \frac{t_f}{2})}$$

Výsledné kapacity dopravních proudů I. a II. stupně se shodují se základními kapacitami a jsou proto shrnuty ve společné tabulce 34 – str. 58.

Tabulka 34 – Základní, resp. výsledné kapacity

Číslo dopravního proudu	Základní kapacita $G_n$ [pvoz/h]
2	1800
8	
9	
12	919,6

Pro relevantní posouzení byly opět intenzity přepočteny (tabulka 35) dle skladby dopravních proudů podle přepočtových koeficientů z TP 188.

Tabulka 35 – Přepočtené intenzity dopravních proudů

Číslo dopravního proudu	Druh dopravního prostředku					Přepočtené intenzity pvoz/h
	OA	NA+B	NS+KB	M	C	
2	633	28	8	26	13	719,2
8	30	15	0	0	12	57,7
9	15	15	0	0	0	36,8
12	30	19	0	0	1	59,1
Celkem	708	76	8	26	26	
	845					

Vztah pro výpočty rezerv a stupňů vytížení rovněž vycházejí z TP 188 [1] a jsou následující:

$$Rez = C_n - I_n ,$$

kde

$Rez$  je rezerva kapacity [pvoz/h],

$C_n$  výsledná kapacita jízdního pruhu  $n$ -tého proudu [pvoz/h],

$I_n$  naměřená intenzita dopravního proudu  $n$  [pvoz/h].

$$a_{vn} = \frac{I_n}{C_n} ,$$

kde

$a_{vn}$  je stupeň vytížení [-],

$C_n$  výsledná kapacita jízdního pruhu  $n$ -tého proudu [pvoz/h],

$I_n$  naměřená intenzita dopravního proudu  $n$  [pvoz/h].

Výpočty provedené v MS Excel (příloha 8) byly shrnuty do následující tabulky:

Tabulka 36 – Hodnoty rezerv kapacity a stupňů vytížení pro jednotlivé dopr. proudy

$a_{v2} =$	0,4	Rez2	1080,8
$a_{v8} =$	0,03	Rez8	1742,3
$a_{v9} =$	0,02	Rez9	1763,2
$a_{v12} =$	0,06	Rez12	860,5

## Vyhodnocení

Východní styková křižovatka má kvůli vysokým rezervám na všech ramenech úroveň kvality dopravy na stupni A, tedy i výslednou ÚKD. Návrh proto **vyhoví** požadavkům dané kategorie komunikací.

Západní průsečná křižovatka má úroveň kvality dopravy **F – „překročená kapacita“**, tedy že intenzita převyšuje maximální kapacitu. Křižovatka v daném stavu pro rok 2040 **nevyhoví**.

## 8.2 Varianta B

Cílem této varianty je vyřešení nedostatečné kapacity průsečné křižovatky z předchozí varianty, mimo jiné se jedná o opatření, které zklidní dopravu a neumožní tak snadné překročení rychlosti. Navržena je přestavba západní křižovatky na okružní křižovatku s jedním pruhem na okružním pásu a s jedním pruhem na vjezdu. Jedná se o podobné řešení jako ve variantě A, a to napojení komunikace z rozvojových ploch DS – P4 a DS – P5. Většina řešené oblasti je stejná jako v přechozí variantě návrhu. Grafické zpracování je obsaženo v příloze č. 7.

### 8.2.1 Posouzení navrženého stavu – okružní křižovatka

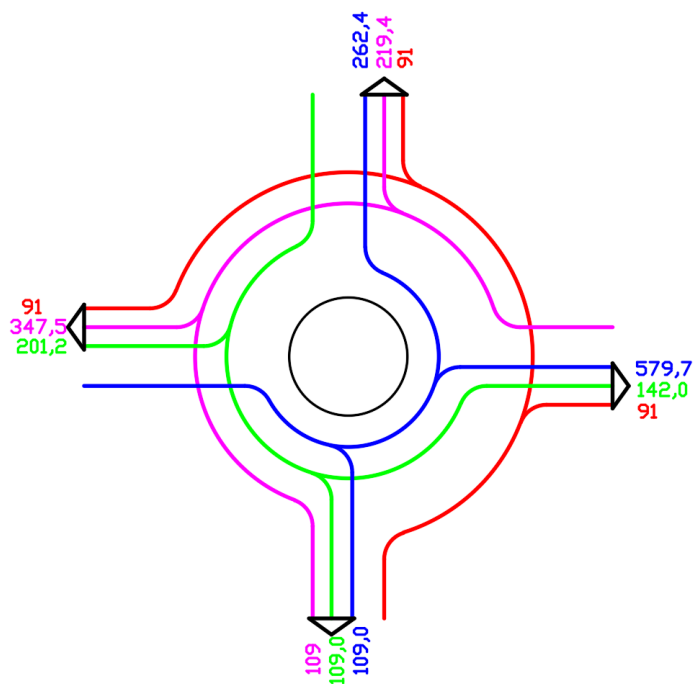
Při tak významné změně charakteru i zatížení křižovatky je žádoucí provést nový kapacitní posudek. Úroveň kvality dopravy byla opět zjišťována pro výhledový rok 2040.

Při provádění výpočtů jsem postupoval podle TP 234 – Posuzování kapacity okružních křižovatek [8].

Intenzity pro výhledový rok 2040 byly přepočteny dle koeficientů zohledňujících skladbu dopravního proudu.

Tabulka 37 – Přepočtené intenzity na okružní křižovatce

Větev	Číslo dopravního proudu	Druh dopravního prostředku					Přepočtené intenzity pvoz/h
		OA	NA+B	NS+KB	M	C	
1	Z 1 do 4	201	21	12	3	6	262,4
	Z 1 do 3	510	22	7	20	13	579,7
	Z 1 do 2	43	44	0	0	0	109,0
2	Z 2 do 1	56	23	0	0	0	91,0
	Z 2 do 4	56	23	0	0	0	91,0
	Z 2 do 3	56	23	0	0	0	91,0
3	Z 3 do 2	43	44	0	0	0	109,0
	Z 3 do 1	277	26	8	11	12	347,5
	Z 3 do 4	179	25	1	0	1	219,4
4	Z 4 do 3	124	6	1	5	5	142,0
	Z 4 do 2	43	44	0	0	0	109,0
	Z 4 do 1	152	26	2	5	3	201,2



Obrázek 15 – kartogram intenzity na okružní křižovatce

Kapacita jednotlivých vjezdů a výjezdů závisí na intenzitách na okružním pásu křižovatky, na kritickém časovém odstupu  $t_g$ , který se mění podle vzdálenosti mezi kolizními body na okruhu. Dále na následném časovém odstupu  $t_f$ , jenž závisí na poloměru daného vjezdu.

Všechny potřebné součinitele pro jednotlivé vjezdy jsem určil dle TP 234 a následně dosadil do výpočtů kapacit na vjezdech.

Tabulka 38 – Shrnutí potřebných veličin pro kapacitní výpočty

Paprasek	1			2			3			4		
	Vjezd $I_{i1}$	Výjezd $I_{e1}$	Pás $I_{k1}$	Vjezd $I_{i2}$	Výjezd $I_{e2}$	Pás $I_{k2}$	Vjezd $I_{i3}$	Výjezd $I_{e3}$	Pás $I_{k3}$	Vjezd $I_{i4}$	Výjezd $I_{e4}$	Pás $I_{k4}$
Intenzity [pvoz/h]	951,15	639,78	359,92	273,09	326,95	984,12	675,92	812,71	444,50	452,13	572,86	547,56
Poloměr [m]	15	20		15	15		15	15		20	20	
$t_f$	2,6625	2,8		2,6625	3		2,6625	3		2,6	2,8	
$t_g$	3,6			3,6			3,6			3,6		
$\Delta$	2,1			2,1			2,1			2,1		
$n_k$	1			1			1			1		
$n_{i,koef}$	1			1			1			1		
$b$	>20 m			>20 m			>20 m			>20 m		

### Kapacity na vjezdech

Podle TP 234 [2] se kapacity vjezdů počítají z následujícího vzorce.

$$C_i = 3600 \cdot \left(1 - \frac{\Delta \cdot I_k}{n_k \cdot 3600}\right)^{n_k} \cdot \left(\frac{n_{i,koef}}{t_f}\right) e^{-\frac{I_k}{3600} \left(t_g - \frac{t_f}{2} - \Delta\right)},$$

kde

$C_i$  je kapacita vjezdu [pvoz/h],

$I_k$  intenzita dopravy na okruhu [pvoz/h],

$n_k$  počet jízdních pruhů na okruhu [-],

$n_{i,koef}$  koeficient zohledňující počet pruhů na okruhu [-],

pro jednopruhovou okružní křižovatku  $n_{i,koef} = 1$ ,

$t_f$  následný časový odstup [s],

$t_g$  kritický časový odstup [s],

$\Delta$  minimální časový odstup mezi vozidly jedoucími na okruhu za sebou [s].

## Kapacity na výjezdech

Výpočet se provádí vztahem:

$$C_e = \frac{3600 \cdot n_f}{t_f},$$

kde

$C_i$  je kapacita vjezdu [pvoz/h],

$n_{i,koef}$  koeficient zohledňující počet pruhů na okruhu [-],

$t_f$  následný časový odstup [s],

## Rezerva kapacity a stupeň vytížení

$$Rez = C_i - I_i, \text{ respektive } Rez = C_e - I_e,$$

kde

$Rez$  je rezerva kapacity [pvoz/h],

$C_i/C_e$  kapacita na vjezdu/výjezdu [pvoz/h],

$I_i/I_e$  naměřená intenzita na vjezdu/výjezdu [pvoz/h].

$$a_{vn} = \frac{I_i}{C_i}, \text{ respektive } a_{vn} = \frac{I_e}{C_e}$$

kde

$a_{vn}$  je stupeň vytížení [-],

$C_i/C_e$  kapacita na vjezdu/výjezdu [pvoz/h],

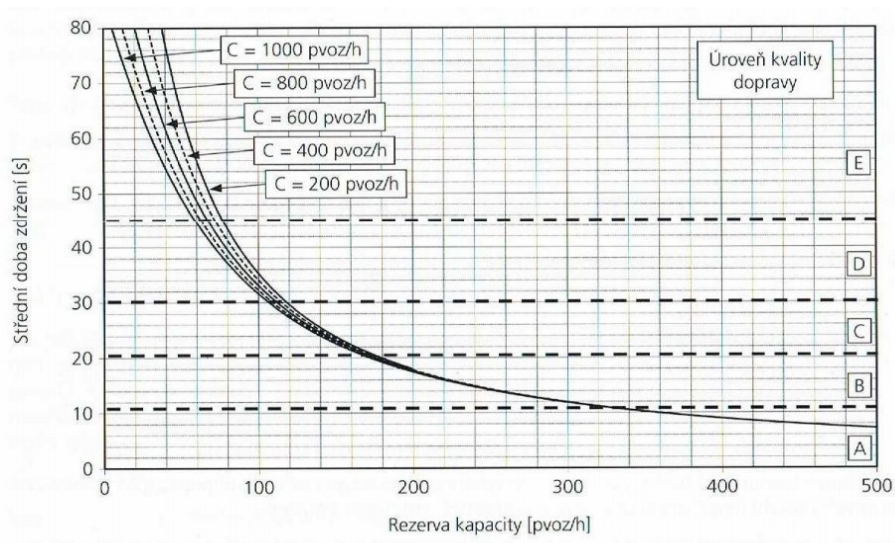
$I_i/I_e$  naměřená intenzita na vjezdu/výjezdu [pvoz/h].

Tabulka 39 – Výsledky kapacitních výpočtů všech vjezdů a výjezdů

Číslo větve	1		2		3		4	
	Vjezd $I_{i1}$	Výjezd $I_{e1}$	Vjezd $I_{i2}$	Výjezd $I_{e2}$	Vjezd $I_{i3}$	Výjezd $I_{e3}$	Vjezd $I_{i4}$	Výjezd $I_{e4}$
Kapacity C	1050,42	1285,71	550,02	1200,00	980,93	1200,00	914,21	1285,71
Rezerva kapacity	99,27	645,94	276,93	873,05	305,01	387,29	462,07	712,85
Stupeň vytížení	0,91	0,50	0,50	0,27	0,69	0,68	0,49	0,45

## Posouzení kapacit vjezdů a výjezdů

Z grafu o vztahu střední doby zdržení na kapacitě a rezervě křižovatky (obrázek 16) bylo zjištěno, že vjezd s nejnižší rezervou – tedy rozdílem mezi intenzitou a kapacitou – vykazuje úroveň kvality dopravy C. U silnic II druhé třídy se požaduje minimální ÚKD na stupni D, u silnic III. třídy a místních komunikací je to dokonce stupeň E. Křižovatka tak bez problémů požadavkům na úroveň kvality dopravy **vyhoví**.



Obrázek 16 – Vztah střední doby zdržení na kapacitě a její rezervě

## 9. Závěr

Cílem diplomové práce bylo navrhnout přestavbu stávajících navazujících křižovatek ul. Orlovské, Vodní a U Pošty v Havířově. Primárně z důvodu možného zapojení přilehlých rozvojových ploch DS-P4, DS-P5 a DS-Z33 do jedné nebo obou křižovatek.

Celému zkoumání předcházela dopravní průzkum, při kterém byly pořízeny videozáznamy, z nichž byly následně získány intenzity dopravy a složení dopravních proudů na obou křižovatkách. Údaje posloužily k řadě dopravně inženýrských výpočtů, zejména pak ke kapacitnímu posouzení křižovatek. Zde se ukázalo, že obě dvě řešené křižovatky jsou v aktuálním stavu naddimenzovány a jejich úroveň kvality dopravy splňuje požadované hodnocení pro danou kategorii komunikací. Dopravní situace na křižovatkách tedy není důvodem k přestavbě či jiným opatřením pro zvyšování jejich kapacity.

K nezbytné přestavbě křižovatek by vedlo až případné zapojení komunikací, které zajišťovaly přístup do přilehlých rozvojových ploch, do stávajících křižovatek nebo komunikací v blízkém okolí.

Navržena jsou tři napojení, z nichž dvě přímo ovlivňují tvary řešených křižovatek, to třetí formou přilehlého chodníku. Zváženy byly dvě varianty řešení. Primárně se varianty liší v typu hlavní křižovatky (Průsečná x Okružní), což má zásadní vliv na jejich budoucí kapacity a také bezpečnost. V obou variantách je mimo jiné posílena autobusová doprava formou nových zastávek se zálivy v prostoru mezi řešenými křižovatkami

Varianta A ukázala, že západní křižovatka by jako průsečná výhledovým intenzitám pro rok 2040 kapacitně nevyhověla. Rovněž by se nezlepšila situace, že jsou řidiči tvarem a šířkou silnice vybízeni k rychlé jízdě, což vede k nehodám.

Varianta B řeší nedostatečnou kapacitu západní křižovatky a je navržena přestavba ze stykové křižovatky na okružní. Přestavba východní křižovatky je shodná s první variantou. Změna zajistila navýšení kapacity západní křižovatky a tentokrát v požadavcích na úroveň kvality dopravy obě křižovatky vyhověly.



Vybraná varianta byla prověřena kapacitním výpočtem. Posudek o úrovni kvality ukázal, že okružní křižovatka s ohledem na umístění a kategorie řešených komunikací splňuje požadavky na stupeň úrovně kvality dopravy.

Vyhovující varianta B je zpracována ve výkresu situace (příloha č. 6), prověřena byla také průjezdnost vlečnými křivkami v softwaru AutoTurn (příloha č. 7), a byl proveden orientační odhad ceny (příloha č. 8).

### **Poděkování**

Děkuji svému vedoucímu diplomové práce panu Ing. Václavu Škvainovi za jeho cenné rady a informace jak během výuky, tak při konzultování práce. Dále děkuji Ing. Tomáši Obručovi, za rady a pomoc při práci v CAD softwaru při tvorbě výkresů.

## Seznam zdrojů použité literatury

- [1] ČSN 73 6102 změna 2 *Projektování křižovatek na pozemních komunikacích*. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, ČR, červen 2012
- [2] *TP 65 Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích*. Ministerstvo dopravy, ČR, 2013
- [3] Luděk Bartoš (nositel autorských práv, odpovědný řešitel) Aleš Richtr, Jan Martolos, Martin Hála (další řešitelé), Centrum dopravního výzkumu v. v. i. *TP 225 Prognóza intenzit automobilové dopravy*, Praha, 2012
- [4] *TP 135 Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích*, Ministerstvo dopravy, ČR, 2017
- [5] *TP 188 Posuzování kapacity neřízených úrovnňových křižovatek*. Liberec: EDIP s.r.o., 2007
- [6] *TP 234 Posuzování kapacity okružních křižovatek*, Ministerstvo dopravy, ČR, 2011
- [7] *TP Metody prognózy intenzit generované dopravy*, EDIP, s.r.o., 2013
- [8] *Směrnice pro projektovou dokumentaci staveb pozemních komunikací*, MD, Praha, 2017
- [9] doc. Ing. Vladislav Křivda, Ph.D., Ing. Václav Škvain, *Městské komunikace a křižovatky*. [online] Dostupné na <http://kds.vsb.cz/mkk/>
- [10] *Google Maps a Google Earth*. [online] Dostupné na <https://maps.google.cz/>
- [11] *Seznam.cz, Mapy.cz*. [online], dostupné na <https://mapy.cz/>
- [12] *Územní plán města Havířov – právní stav po vydání změny č. 2*, dostupný na <https://www.havirov-city.cz/>
- [13] *Moravskoslezský kraj letecké snímky*, dostupné na <http://geoportal.msk.cz/>
- [14] *Nehodovost z jednotné dopravní vektorové mapy* [online]. Dostupné na <http://www.jdvm.cz>
- [15] *Silnice I/11 INFORMAČNÍ LETÁK*, stav k 12/2018

## Seznam příloh

1. Situace – širší vztahy
2. Situace – původní stav
3. Protokoly 1, 2 – Kapacitní posouzení stávajícího stavu
4. Protokoly prognózy intenzit generované dopravy
5. Varianta A – Situace – průsečná křižovatka
6. Varianta B – Situace – okružní křižovatka
7. Situace – ověření průjezdnosti varianty B
8. Orientační odhad nákladů
9. Pracovní soubor v tabulkovém editoru Microsoft Excel, kde probíhala většina složitějších výpočtů (elektronická verze na přiloženém CD)